NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274670 0

PAA
Annalen

Digitized by Google

P A A
645 B

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE, UND MITGLIEDE DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM, DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA, MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

Lino

FÜNF UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1807.

Digitized by Google

INHALT.

Jahrgang 1807, Band 1,

oder

Fünf u. zwanzigſter Band. — Erſtes Stück.

I. Ueber die Periodicität des Galvanimus, vom Prof. Erman, Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften in Berlin Seite 1

II. Jagd und Kampf der electriſchen Aale mit Pferden. Aus den Reiſeberichten des Hrn. Freiherrn Alexander von Humboldt 34

III. Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle, von L. Prouſt, Prof. der Chemie zu Madrit. Frei bearbeitet, nach 7 einzelnen Abhandlungen von Gilbert 44

Schwefel-Eiſen 44

Schwefel-Kies durch Kunſt 50

Umbraerde 57

IV. Phyſikaliſche und chemiſche Unterſuchungen über den Magnetkies und Bemerkungen über verſchiedene Arten von Schwefel-Eiſen, von Charles Hatchett, Eſq., F. R. S. Frei bearbeitet von Gilbert 58

Chemiſche Analyſe 62

Magnetismus 69

Reſultate 75

Einige Bemerkungen 78

V. Vorläufige Nachricht von einer Reihe chemiſch-magnetiſcher Verſuche des Herrn Timotheus Lane Seite 87
VI. Erklärung einer merkwürdigen akuſtiſchen Erſcheinung, welche Herr Director Vieth beobachtet hat, vom Profeſſor Hällſtröm in Abo 90
VII. Zuſatz aus einem Schreiben des Herrn Directors Vieth in Deſſau 98
VIII. Verſuche der galvani'ſchen Societät in Paris, über die Erzeugung von Salzſäure in Waſſer durch Galvanismus, mitgetheilt von Riffault 99
IX. Verſuche über die Säure- und Alkalibildung durch Galvanismus, von Charles Sylveſter zu Sheffield 107
X. Ein Verſuch, der es wahrſcheinlich machen ſoll, daſs Salzſaure aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff beſteht, von J. Martin 112
XI. Warnung vor einer Gefahr beim Gebrauch eiſerner Heizröhren, von Descroizilles zu Rouen 114
XII. Ueber die Desoxydirung des Eiſens, vom Prof. Prouſt zu Madrit 116
XIII. Dumoutiez's pneumatiſches Feuerzeug, durch Compreſſion 118
XIV. Leuchtende Fläſchchen als Nachtlichter zu gebrauchen 119
XV. Groſsblättriger Glimmer in Hindoſtan 120

Zweites Stück.

I. Verſuche und Beobachtungen über die Adhäſion der Waſſertheilchen unter einander, vom Grafen von Rumford; eine Vorleſung, gehalten im Nat.-Inſtitute am 7ten Julius 1806 121

(Bemerkungen über ſie von Tardy de la Broſſy und von Gilbert Seite 133 a.)

II. Ueber Feſtigkeit und Flüſſigkeit, von H. F. Link, Profeſſor zu Roſtock 133

III. Einige neue galvani'ſche Verſuche und einige Athmungsverſuche, von Dr. Bunzen in Kopenhagen 147
Wärmeerzeugung im Gasapparate einer ſehr mächtigen Säule 149
Eine galvani'ſche Batterie aus Froſchpräparaten 155
Wärme durch Muskelcontractionen 157
Einige Athmungsverſuche 160

IV. Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle von L. Prouſt, Prof. der Chemie zu Madrit; frei bearbeitet von Gilbert, (Fortſetzung) 164
Schwefel - Kupfer 164
(Gediegenes Eiſen 170 a.)
Schwefel - Queckſilber 172
Schwefel - Arſenik 178
(Thenard über das Operment und den Realgar 180)
Schwefel - Spieſsglas 186
Die Rothgiltigerze 198
Natürliches Schwefel - Manganes 204

V. Ueber das Platin in einigen Silbererzen von Guadalcanal in Spanien; von Vauquelin, Mitgliede des National-Inſtituts, mit einigen Bemerkungen von Gilbert 206

VI. Bemerkungen zu der Anfrage und Aufforderung des Herrn Commiſſionsrath Buſſe in Freiberg, in dieſen *Annalen* 1806, 6. X, vom Dr. Mollweide in Halle 212

VII. Erwiederung auf die vorſtehenden Bemerkungen, von dem Commiſſionsrath Buſſe in Freiberg 222

VIII. Gegenbemerkung des Herrn Dr. Mollweide Seite 231

IX. Schreiben des Hrn. Dr. Veau - de - Launay über die Erzeugung von oxygenirter Salzſäure durch Galvanismus 232

Drittes Stück.

I. Darſtellung der Theorie des Hrn. de la Place, von der Wirkung der Haarröhrchen, und verwandten Erſcheinungen, vom Prof. Biot in Paris, Mitglied des Nat.-Inſt.; frei bearbeitet von Gilbert 233

II. Beſchreibung eines Tubular-Pendels, welches alle Eigenſchaften des roſtförmigen hat, doch feſter iſt, und ſich weniger ruckweiſe verändert. Von Eduard Troughton, mathematiſchem Inſtrumentenmacher in London 255

III. Ueber die Schwefel-Metalle, zwei Streitſchriften zwiſchen Prouſt und Berthollet; frei bearbeitet und mit einigen Bemerkungen von Gilbert 266

IV. Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle, von L. Prouſt, Prof. der Chemie zu Madrit; frei bearbeitet von Gilbert, (Fortſetzung) 289

Die zuſammen geſetzten Schwefel-Metalle; beſonders die Kobalt- und Nickel-Erze 289

Die gelben Kupfererze 301

Die grauen Kupfererze oder Fahlerze 302

Schwefel-Blei-Erz 306

Schwefel-Spieſsglas-Erz 307

Arſenikkies 308

Glanzkobalt, Speiſskobalt, Kupfernickel 308

Schwefel-Kobalt und Schwefelnickel 312

Allgemeine Bemerkung über chemiſche Analyſen von Erzen und Steinen 314

V. Geognoſtiſche und phyſikaliſche Beobachtungen über Norwegen, von Leopold von Buch, Mitgliede der Akad. der Wiſſenſchaften zu Berlin; aus einem Briefe an den Freiherrn von Humboldt Seite 318

Berghöhen. Geognoſtiſcher Ueberblick. Untere Gränze des ewigen Schnees in Norwegen und Island. Gletſcher. Fichtenwald in 71° Br. Regenmenge. Gewitter bloſs im Winter in Wolkenhöhe. — Mittlere Höhe des Barometers am Meere

VI. Auszug aus einem Briefe von Richard Chenevix, Esq., Mitgl. d. Londn. u. Dubl. Soc., an den Herausgeber 333

VII. Auszug aus mehrern Briefen des Prof. Maréchaux in München, an den Herausgeber, die Verſuche mit Campetti und anderes betreffend 340

VIII. Wiederum ein neuer Planet 344

Viertes Stück.

I. Ueber die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte; und insbeſondere über das Brechungsvermögen der verſchiedenen Gasarten, von den Herren Biot, Prof. am Coll. de France und Mitgl. d. Nat. Inſt., und Arago, Sekretär des Längen-Büreau; frei bearbeitet von Gilbert 345

II. Notiz des Herrn De La Place von ſeiner Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, und von neuern Verſuchen des Herrn Gay-Luſſac über die Ausdehnung der Luft durch Wärme 393

III. Nachtrag zu der Abhandlung über das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, von Soldner in Berlin Seite 411

IV. Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle, von L. Prouſt, Prof. der Chemie zu Madrit; frei bearbeitet von Gilbert, (Beſchluſs)
Schwefel-Zinn, Muſivgold 440

V. Einige Verſuche über metalliſche Vegetationen, von Charles Sylveſter, Esq., in Sheffield 454

VI. Zerlegung einer neuen Varietät von Blende aus Cornwall, von I. Kidd, M. D., mit Bemerkungen von Gilbert 458

VII. Preisfragen der Kopenhagner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften für das Jahr 1807 467

VIII. Der neue Olbers'ſche Planet *Veſta* 468

IX. Zuſatz zu Auffatz I. 468

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ERSTES STÜCK.

I.

Ueber *die Periodicität des Galvanismus,*

vom

Profeſſor Erman,
Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin.

Sauſſure, und faſt alle Phyſiker, welche ſich nach ihm mit Beobachtung der Electriſationsphänomene im Freien beſchäftigt haben, ſind der Meinung, es gebe einen gewiſſen periodiſchen Wechſel in der Intenſität dieſer Erſcheinungen, der ſich nach der Verſchiedenheit der Jahreszeiten richte, und der ſelbſt im Verlaufe eines natürlichen Tages gleichſam eine electriſche Ebbe und Fluth darſtelle. Es müſſen zwar unendlich viel Ausnahmen hierbei Statt finden, ſo daſs häufig jede Spur von Regelmäſsigkeit verſchwindet, und jene Periodicität iſt offenbar durch anderweitige meteorologiſche Einwirkungen bedingt, je nachdem dieſe die Iſolation begünſtigen oder beſchränken, und vorzüglich je

nachdem ſie den Waſſerdampf von der Erdfläche hinauf, oder den Niederſchlag von der Höhe herab führen. Aber doch haben wir trotz allem dem einigen Grund, einen gewiſſen periodiſchen Wechſel der im Freien beobachteten Electricität zu behaupten.

Einige Phyſiker ſind in Deutſchland ſo wohl als in Frankreich, in neuern Zeiten viel weiter gegangen, und haben von einem ganz andern Wechſel der electriſchen Intenſität geſprochen, deſſen Einfluſs ſich auf die künſtlichen Erregungen der Electricität, ſelbſt auf die, welche nicht im Freien vorgenommen werden, erſtrecken, und namentlich die Wirkungen der Voltaiſchen Säule bald ſteigern, bald herab ſtimmen ſoll. Ein ſolcher Wechſel iſt nicht abſolut unmöglich, und allerdings haben die Modificationen der Electricität, welche ſich an der Voltaiſchen Säule zeigen, der Annäherungspunkte mit dem Magnetismus ſo viele, daſs, geſetzt, eine wahre tägliche Periodicität der Electricität finde Statt, ſie ſich allenfalls wohl an der Säule darthun könnte. Die Wahrnehmungen, die ich ſeit mehrern Jahren ſammelte, über den electriſchen Einfluſs, den die in der Atmoſphäre ſchwebenden Dunſtmaſſen auf die Oberfläche des Bodens ausüben, machten mich ſogar geneigt, eine Art von Wechſel in der Intenſität der electriſchen Phänomene, ſelbſt in verſchloſſenen Räumen, nach Analogie der magnetiſchen Phänomene, als denkbar anzuerkennen.

Doch bloſse Möglichkeit, und ſelbſt die gröſste analogiſche Wahrſcheinlichkeit, iſt zur Begründung

einer Thatſache von keinem Belang. Die Wichtigkeit des Gegenſtandes, und der eben erwähnte nähere Zuſammenhang deſſelben mit einigen eigenthümlichen Anſichten, bewog mich ſchon früh, auf einen etwanigen periodiſchen Wechſel der electriſchen Erſcheinungen der Säule beſondere Aufmerkſamkeit zu verwenden. Ich verdoppelte meine Aufmerkſamkeit, als angekündigt wurde, daſs einige Phyſiker jenen periodiſchen Wechſel wirklich wollten wahrgenommen haben; und das Mikro-Electrometer des Herrn Maréchaux, jetzt Profeſſor in München, wurde mir um ſo wichtiger, weil man eben dieſem Inſtrumente die ſicherſte Bewährung der behaupteten Periodicität zuſchrieb. Doch muſs ich geſtehen, daſs trotz aller angewendeten Mühe es mir bis jetzt nicht gelungen iſt, eine Spur von electriſcher Periodicität mit Gewiſsheit an der Säule wahrzunehmen.

Um ſo mehr befremdete es mich, im 3ten Stücke der *Annalen* 1806, (B. XXII,) S. 318, einen Brief zu leſen, worin ausdrücklich geſagt wird, *ich hätte mich endlich von dem Wechſel der Intenſität an eben derſelben Säule und unter eben denſelben Umſtänden überzeugt*. Der Verfaſſer dieſes Briefs, Herr Profeſſor Maréchaux, iſt mein ſo genauer Freund, ſein Eifer für Wahrheit und ſein ächt philoſophiſcher Sinn ſind mir ſo erprobt und ſchätzbar, daſs ich zur Tilgung dieſes Miſsverſtändniſſes das Meinige hier beitragen will, ohne im mindeſten zu fürchten, daſs Publicität und Frei-

A 2

müthigkeit über Gegenſtände der Wiſſenſchaft unſer Verhältniſs ſtören könnten.

Das Mikro-Electrometer, deſſen Idee und Ausführung wir dem Profeſſor Maréchaux verdanken, iſt an und für ſich ſehr geeignet, die geringſten Grade der etwanigen Veränderungen der Intenſität der Säule anzugeben. Ein iſolirter Streifen Blattſilber von ungefähr 2 pariſer Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Linien Breite hängt in einem Glasgefäſse frei und ſenkrecht herab. Seitwärts ragt in dieſes Gefäſs, durch eine kreisrunde Oeffnung im Glaſe, ein metallener Knopf hinein, den eine horizontale, mit einem ſehr feinen Schraubengewinde verſehene Welle vorwärts und rückwärts führt. Es gehen ungefähr 54 Schraubengänge auf einen pariſer Zoll; ſo viel ganze Umdrehungen muſs alſo die Welle machen, um den Knopf vom Metallſtreifen um einen ganzen Zoll zu entfernen. Auſserdem iſt noch an dieſer Mikrometerſchraube eine concentriſche, längs ihres Umfangs in einzelne Grade eingetheilte Scheibe angebracht, welche die Unterabtheilungen jeder einzelnen Umdrehung angiebt. Es erhellt daraus, daſs durch dieſe Vorrichtung die Annäherung der Kugel an den Metallſtreifen ſehr genau gemeſſen werden kann, da man $\frac{1}{17440}$ſtel des pariſer Zolles von der Scheibe blieſt.

Verbindet man den einen Pol der Voltaiſchen Säule mit der iſolirten Deckplatte des Inſtruments, von der der Metallſtreifen herab hängt, und den andern Pol mit dem untern ebenfalls iſolirten Geſtelle,

woran ſich die Mikrometerſchraube befindet, ſo daſs der bewegliche Knopf in ununterbrochener metalliſcher Verbindung mit dieſem Pole ſteht; ſo wird das Silberblatt vom Knopfe mehr oder weniger angezogen, und ſchlägt endlich bei gehöriger Annäherung an denſelben an, wodurch die Säule entladen wird. Die gröſste Entfernung, in welcher dieſes Anziehen bis zum endlichen Anſchlagen Statt findet, giebt das Maaſs der jedesmahligen Intenſität der Säule. Daſs eine gewöhnliche Säule, mit dazwiſchen gelegten benetzten Leitern, ihre Intenſität verändern muſs, von ihrem Maximum an beim gröſsten Grade der Befeuchtung, bis zur gröſstmöglichſten Austrocknung der Scheiben herab, das verſteht ſich. Herr Maréchaux bedient ſich indeſs keiner ſolchen gewöhnlichen Säule, ſondern ſtatt ihrer einer ſo genannten *trockenen Säule* von Meſſing- und Zinkplatten, mit dazwiſchen gelegten Pappſcheiben, die er für abſolut trocken hält, weil er ſie nie abſichtlich befeuchtet.

Eine ſolche Säule von 25 Schichtungen habe ich zu meinen Beobachtungen angewendet, und gefunden, daſs ſie in der That äuſserſt beſtimmte Kennzeichen einer electriſchen Ladung giebt. Durch Hülfe des Condenſators gab ſie am Bennet'ſchen Electrometer Divergenzen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien. Am Mikro-Electrometer erhält man, nach Maaſsgabe der Umſtände, geradezu und ohne Condenſator das Anſchlagen des Metallſtreifens an die Kugel, wenn

beide um 130, 200, 300 bis 480 Grad nach der Scheibe, folglich um ſo viel $\frac{1}{1440}$ſtel des pariſer Zolles, entfernt ſind. Auch erſieht man ſchon aus dieſer Angabe, daſs die vom Inſtrumente angezeigten Grade in der That einem Wechſel unterworfen ſind, und von 130° bis 480° ſchwanken, und das thun ſie mit einer ſolchen Unbeſtändigkeit, daſs man höchſt ſelten zwei Mahl hinter einander dieſelben Grade erhält. Dieſes erklärt nun Herr Maréchaux, und nach ihm Herr Veau-de-Launay, Mitglied der galvaniſchen Societät in Paris, durch eine beſtändige Ebbe und Fluth der electriſchen Kraft, deren Gang uns durch das Mikro-Electrometer eben ſo unmittelbar gegeben werde, wie die der magnetiſchen Intenſität durch die Zahl der Schwingungen am Magnetometer. Ich für meinen Theil glaube aber noch immer, daſs wir nicht im mindeſten berechtigt ſind, ein ſo wichtiges Reſultat aus den Ausſagen des Mikro-Electrometers zu folgern. Anhaltend und ohne Vorurtheil, oder vielleicht ſogar mit dem leiſen Wunſche, dieſes Reſultat beſtätigt zu finden, beobachtete ich die trockene Säule am Mikro-Electrometer, fand aber bei reiflicher Ueberlegung aller Umſtände, daſs die Verſchiedenheit der angezeigten Grade von auſserweſentlichen Bedingungen herrührt, und daſs uns die Geſetze einer geſunden Kritik nicht erlauben, den ſo wichtigen Satz einer eigenthümlichen Periodicität der electriſchen Kraft aus den Ausſagen dieſes Inſtruments zu folgern.

Es liegt mir ob, dieſe Anſicht zu bewähren, und ich werde deſshalb zeigen, wie eine Verſchiedenheit in den Graden, welche das Mikro-Electrometer in verſchiedenen Momenten angiebt, nothwendig entſtehen müſſe, theils aus der eigenthümlichen Wirkungsart der trockenen Säule, theils aus gewiſſen Zufälligkeiten und Anomalieen, die mit der Conſtruction und der Behandlung des Mikro-Electrometers verknüpft iſt.

1.

Die Säule, in welche man Pappſcheiben einſchichtet, die nicht abſichtlich befeuchtet werden, heiſst zwar eine *trockene*, iſt es aber durchaus nicht, und der jedesmahlige Grad von Spannung, den ſie am Electrometer angiebt, rührt lediglich von der Feuchtigkeit her, welche der Pappe anhängt. So wie der Feuchtigkeitszuſtand jeder hygroſkopiſchen Subſtanz, ſo iſt auch der der Pappe einer beſtändigen Veränderung unterworfen, welche durch den ſteten Wechſel ſo wohl der Temperatur als der Menge der im umgebenden Raume vorhandenen oder niedergeſchlagenen Dämpfe bedingt iſt. In dieſer Rückſicht iſt die trockene Säule als eine beſondere Art von Hygrometer anzuſehen, das ſich durch electriſche Wirkungen zu erkennen giebt, und deſſen Empfindlichkeit die der übrigen Hygrometer, welche wir kennen, bei weitem übertrifft, bei welchem aber leider an keinen vergleichbaren Gang zu denken iſt.

Folgende Thatſachen beweiſen, daſs bei der trockenen Säule die electrometriſchen Wirkungen in genauem Verhältniſſe mit der Feuchtigkeit der Pappſcheiben ſtehen, und daſs ſie geradezu Null werden, wenn die abſolute Trockniſs, oder wenigſtens ein hoher Grad derſelben hervor gebracht wird.

Eine trockene Säule, die ſo eben 133 Grad angab, wurde in ein Gefäſs mit ſtark calcinirter ſalzſaurer Kalkerde geſperrt. Die Fugen der Deckplatte ſo wohl als die Oeffnungen, durch welche die Polardrähte geführt waren, wurden mit Klebewachs ſorgfältig verſchloſſen, und nun die beiden Polardrähte an das Mikro-Electrometer gebracht. In der erſten Stunde blieb ſich die Intenſität der Säule ziemlich gleich: aber in der folgenden zeigte ſich bald eine Abnahme von 45 Grad, und ſo fiel allmählig die electriſche Kraft der Säule immer mehr, bis ſie endlich nach 12 Stunden geradezu auf Null kam, wo ſie nachher eine ganze Woche unveränderlich blieb. Als darauf dieſe hygroſkopiſche Sperrung wieder aufgehoben wurde, kam die Säule allmählig mit einem beinahe gleichförmigen Fortſchreiten auf den erſten Grad ihrer electriſchen Kraft zurück.

Hr. Maréchaux wendet in den *Annal.*, XXII, 318, zweierlei gegen dieſen Verſuch ein: Seine *erſte* Einwendung iſt, es könne wohl der Grund der allmähligen Abnahme und des endlichen Verſchwindens der electriſchen Erſcheinungen in dieſer Säule in irgend einer Veränderung liegen, welche

die geringe Menge eingeſchloſſener und nicht erneuerter Luft erlitten habe, ſo daſs ſie nunmehr die Fähigkeit verloren hätte, den electriſchen Prozeſs ferner einzuleiten. Wenn hier indeſs die Rede iſt von irgend einer Modification der Luft, die mit der uns durch anderweitige Erſcheinungen bereits bekannten eine Analogie haben ſoll, ſo fällt dieſe Einwendung ganz weg: denn die Oxydationsproceſſe ſind bei der trockenen Säule ſo unendlich geringe, daſs die Metallſcheiben durchaus nicht die mindeſte Spur davon zeigen, wenn ſie auch Jahre lang in Berührung bleiben, wie ich es durch einen directen Verſuch gefunden habe. Und eben ſo wenig erlaubt uns die Kritik, uns auf willkührlich angenommene, durch keine Analogie angedeutete Modificationen der Luft, als auf verborgene Eigenſchaften, zu berufen. Noch geringfügiger iſt die *zweite* Einwendung, daſs nämlich die Fortleitung der Electricität gehemmt werde, durch den fremdartigen iſolirenden Ueberzug, den die Drähte in dieſen Verſuchen an der Stelle bekamen, wo ſie luftdicht durch die Oeffnung des Gefäſses nach auſsen geleitet wurden. Wenn dieſes, und nicht die Austrocknung, der Grund des Verſchwindens der Electricität wäre, ſo müſste ſich das Verſchwinden augenblicklich und abſolut eingeſtellt haben, gleich im erſten Augenblicke, wo die Zuſammenſtellung Statt fand. Wir haben dagegen geſehen, daſs die electriſche Intenſität allmählig und progreſſiv abnahm. Es iſt überdies eine an und für ſich ungegründete

Annahme, daſs die bloſs oberflächliche Ueberziehung eines geringen Theils eines Leiters, wodurch die metalliſche Continuität nicht im mindeſten unterbrochen wird, irgend einen Einfluſs auf die fortleitende Eigenſchaft des Körpers haben könne. Ich maſs mit ſo viel Genauigkeit, als es das Mikro-Electrometer erlaubte, den Grad der Intenſität der trockenen Säule, die mit dem Inſtrumente durch ganz blanke Drähte verbunden war, und überzog darauf an dem einen Drahte eine Stelle von ⅛ Zoll rund herum mit Siegellack. Es fand ſich keine Spur von Abnahme. Eben ſo wenig, als ich nachher auf dieſelbe Art den Draht einen Zoll lang überzog. Die beobachtete Abnahme der Intenſität hat alſo ihren Grund nur in der hygroſkopiſchen Modification der Pappſcheiben, und nicht in der oberflächlichen Ueberziehung der Polardrähte. Auch kittet man ja oft bei den feinſten electriſchen Werkzeugen die Zuleitungsdrähte mit iſolirenden Subſtanzen ein, ohne daſs die Erfahrung je gezeigt hätte, daſs irgend ein Nachtheil daraus entſtanden wäre.

Folgende zwei Beobachtungen ſtellte ich zum Ueberfluſs an, um den Werth der erwähnten Einwendungen durch einen directen Verſuch zu prüfen, und um mich ohne Widerrede zu überzeugen, daſs die electriſchen Erſcheinungen der trockenen Säule nur von der ihr zufällig anhängenden Flüſſigkeit herrühren, und mit dieſer abnehmen und verſchwinden, ohne daſs wir uns darum auf einen abſoluten

Wechſel der electriſchen Kraft an und für ſich berufen dürfen.

Die trockene Säule von 25 Paaren wurde in ein Gewölbe gebracht, das zum Behufe einer Fabrikanſtalt mit einem groſsen Vorrathe von friſch gebranntem und noch warm eingefahrnen Kalke angefüllt war. Sie gab am Electrometer im erſten Augenblicke, da ſie in dieſem Raume aufgeſtellt wurde, 285 Grad. Sechs Stunden darauf ſchlug das Blättchen ſchon nicht mehr an bei 100, und auch nicht einmahl bei 50, ſondern nur bei 30 Grad. Und nach acht Stunden kam das Goldblatt ſogar bei 30 Grad Entfernung nicht mehr zum Anſchlagen, ſo lange man auch dieſen Erfolg abwartete. In dieſem Verſuche war die Leitungsfähigkeit der Polardrahte durch nichts gehemmt, und an eine Einwirkung des electriſchen Prozeſses auf die Luft iſt in einem ſo geräumigen und bei weitem nicht luftdicht verſchloſſenen Behälter vollends nicht zu denken; und doch ſehen wir auf das auffallendſte die Grade der electriſchen Intenſität abnehmen, ſo wie die der Austrocknung wachſen.

Ich erhielt ein ähnliches Reſultat, als ich an einem ſehr heiſsen Sommertage die trockene Säule dem Sonnenſcheine im Freien ununterbrochen ausſetzte. Gegen 8 Uhr Morgens, wo der Verſuch anfing, ſchlug ſie noch bei 360° an; um 9 nicht mehr bei 320°, um 10 nicht bei 300°, um 11 nicht bei 180°, um 1 nicht bei 100°, und gegen 6 Uhr

Nachmittags, wo das Thermometer in der Sonne noch auf 65 ſtand, ſogar nicht mehr bei 50°. Während dieſer Zeit gab das meteorologiſche Electrometer, dicht neben der Säule geprüft, ſehr ausgezeichnete und ſtets wachſende Grade der electriſchen Ladung.

Es ergiebt ſich aus den vorher gehenden Verſuchen zur Genüge, daſs der hygrometriſche Zuſtand der Pappſcheiben und nicht ein willkührlich angenommener Wechſel der electriſchen Conſtitution der Atmoſphäre, die Hauptbedingung der Ab- und Zunahme der am Mikro-Electrometer gemeſſenen Intenſität der Säule iſt. Auch wird man ſtets finden, daſs, wenn die trockene Säule einen gewiſſen Grad der Spannung mit Beſtimmtheit angiebt, man dieſen Grad beträchtlich erhöhen kann, wenn man die Säule ein oder ein Paar Mahl anhaucht, oder ihr auch nur durch Annäherung der flachen Hand einen höhern Grad von Feuchtigkeit mittheilt. Eben ſo wirkt auch die Nähe einer mit zerſetztem Waſſerdampfe belegten Fenſterſcheibe.

a.

Zur fernern Beleuchtung der Hypotheſe eines Wechſels der electriſchen Conſtitution, in ſo fern man dieſen aus den mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule folgert, wird eine etwas genauere *Erwägung der eigenthümlichen Wirkungsart der trockenen Säule* nicht ohne Nutzen ſeyn.

Es iſt nämlich äuſserſt merkwürdig, daſs die Pappe, das Holz und die andern Subſtanzen der Art, welche man, ohne ſie zu befeuchten, als Leiter zwiſchen die heterogenen metalliſchen Erreger ſchichtet, in dieſem trockenen Zuſtande die electriſche Ladung ihrer *Intenſität* nach eben ſo vollkommen leiten, als wenn ſie befeuchtet wären. Der einzige, aber auch ſehr ausgezeichnete Unterſchied, liegt in der groſsen *Langſamkeit*, mit der die Fortpflanzung bei den trockenen Leitern Statt findet. Folgende Wahrnehmungen werden den eigentlichen Sinn und die Wahrheit dieſer Behauptung ins gehörige Licht ſtellen.

Der eine Pol einer vollkommen iſolirten Säule von 100 Schichtungen Silber und Zink, welche ſehr oxydirt war, und durch langes Stehen viel von der ihr urſprünglich mitgetheilten ſalzigen Feuchtigkeit verloren hatte, wurde mit dem Maréchaux'ſchen Mikro-Electrometer verbunden, und gab durch unmittelbare Berührung des entgegen geſetzten Pols eine Ladung von 2345°; das heiſst, das Silberblättchen ſchlug ſo eben noch an, wenn man die Kugel um 6 ganze Umdrehungen und noch um 185° entfernt hatte, gab aber dabei keinen das Silberblatt verzehrenden Funken. Wurde nun die iſolirte trockene Säule Maréchaux's mit dieſer feuchten Säule verbunden, und die ableitende Berührung am Ende jener trockenen Säule angebracht, ſo kam das electrometriſche Blatt zwar ebenfalls zum Anſchlagen aus derſelben Entfernung, aber erſt nach einem

Zeiträume von mehrern Minuten, und mit langſam zunehmender Intenſität, da dieſelbe Wirkung vorher im untheilbaren Momente der ableitenden Berührung Statt fand. Dieſe Beobachtung iſt in vieler Hinſicht wichtig. Sie erklärt uns, warum eine trockene Säule, die am Electrometer 300 bis 400 Grad Ladung giebt, und darüber, doch am Froſchpräparate nicht die mindeſte phyſiologiſche Erſcheinung zeigte.*) Dieſe Thatſache iſt vielen aufgefallen. Sie hat ſogar einige bewogen, ſich die Urſache der electrometriſchen Ladung als verſchieden von der des phyſiologiſchen Phänomens zu denken. Der wahre Grund iſt aber unſtreitig bloſs in der Langſamkeit zu ſuchen, mit der der Gegenſatz am Nerven und Muskel durch Vermittelung der trockenen Leiter, theils ſich einſtellt, theils bei Schlieſsung der Kette abgeglichen wird. So gab die hundertplattige Säule trotz ihrer eigenen Ladung von 2345 Grad, zu welcher noch die der trockenen Säule urſprünglich zugehörige Ladung von ungefähr 400 Grad hinzu kam, doch nicht die mindeſte Spur einer Contraction am Froſchpräparate, ſo bald man dieſe trockene Säule mit in den galvani'ſchen Kreis zog. Und zum evidenteſten Beweiſe, daſs dieſes Ausbleiben jener phyſiologiſchen Wirkung bei einer electrometriſchen Intenſität von ungefähr 2745°, bloſs von der Langſamkeit herrührt, mit der ſich

*) Vergl. *Annalen*, XXII, 318. G.

dieſe Ladung durch die trockenen Leiter fortpflanzt, dient der Umſtand, daſs eine einzige trockene Pappſcheibe, die man in die feuchte Säule einſchaltete, die ganze phyſiologiſche Wirkung vernichtete, während die Säule fortfuhr, am Electrometer eine mit langſam zunehmender Intenſität anwachſende Ladung von 2345° zu geben. Hier wird es beſtimmt keinem einfallen, zwei verſchiedene Urſachen der Phänomene anzunehmen.

Es iſt leicht, das Geſagte auf die mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule anzuwenden, in ſo fern der Unterſchied ihrer in verſchiedenen Momenten wahrgenommenen Intenſität einen urſprünglichen Wechſel in der electriſchen Conſtitution der Körper beweiſen ſoll. Man hatte zum Beiſpiel die Kugel vom Metallblatte um 400 Grad entfernt, und gefunden, daſs ſie in dieſer Entfernung das Blatt noch eben anzog. Man ſtellte ſie nachher durch Zurückſchrauben auf 420, und ſah, daſs in dieſer Entfernung das Anſchlagen nicht unmittelbar Statt fand. Nun überlieſs man das Inſtrument ſich ſelbſt in dieſer Stellung, und fand nach einer Viertel- oder halben Stunde das Blatt wirklich an der Kugel hängend. Dieſe Zunahme der electriſchen Intenſität ſchreibt man geradezu einer electriſchen Ebbe und Fluth zu. Nach dem aber, was wir in Abſatz 1 bemerkt haben, könnte dieſer Zuwachs der Intenſität lediglich von der Vermehrung der Feuchtigkeit herrühren. Ja, den eben mit-

getheilten Bemerkungen zu Folge wäre es ſelbſt denkbar, daſs die abſolute Intenſität der Säule gar keine Veränderung erlitten hätte, ſondern daſs nur die electriſche Fortpflanzung, welche an und für ſich mit ſehr beträchtlicher Langſamkeit vor ſich geht, im Momente der erſten Beobachtung durch irgend einen hygroſkopiſchen Einfluſs ſich noch mehr verlangſamt, und daher das Maximum der Ladung nicht eher als nach einer Viertel- oder nach einer halben Stunde ſich angeſammelt hätte, und daſs deſshalb das Anſchlagen erſt in der Abweſenheit des Beobachters erfolgt ſey. Es fehlt hier eine auf richtige Beobachtungen gegründete Tafel aller der auf einander folgenden Grade, zwiſchen dem Punkte der gröſsten Trockenheit, welchem eine unendliche Langſamkeit der electriſchen Fortleitung entſpricht, und dem gröſsten Grade der Feuchtigkeit, zu welchem das Maximum in der Schnelligkeit der Fortleitung gehört. Für die Theorie wäre eine ſolche Stufenleiter äuſserſt wichtig. Der eine feſte Punkt derſelben würde der ſeyn, wo der Leiter ſo eben anfängt, den electriſchen Gegenſatz mit ſolcher Schnelligkeit einzuleiten und wieder abzugleichen, daſs die Contractionen im Froſchpräparate möglich werden. Ich bin geneigt, zu glauben, daſs dieſer Punkt nicht *unter* den der äuſserſten Feuchtigkeit am Hygrometer fallen würde; und es iſt ſogar die Frage, ob er nicht bei dieſem anzutreffen ſeyn, oder nicht vielmehr eine ununterbrochene Continuität

tinuität des liquiden Waſſers, als ſolches, erfordern möchte. *)

. Doch dem ſey wie ihm will, wir ſahen doch deutlich genug, daſs bei den mikro-electrometriſchen Beobachtungen der Säule eine Täuſchung leicht obwalten kann, wenn wir die Verſchiedenheit der in zwei Momenten vom Inſtrumente angegebenen Grade, ganz peremtoriſch auf einen abſoluten Wechſel der Intenſität der Säule beziehen, da dieſer Unterſchied doch eben ſo gut nur ſcheinbar ſeyn, und von einer bloſsen Verzögerung der Zuleitung herrühren kann. Wir müſſen geſtehen, daſs es unmöglich iſt, bei einem gegebenen Wechſel des Feuchtigkeitszuſtandes der Leiter mit Genauigkeit zu beſtimmen, ob die electriſche Intenſität der Säule wirklich geſteigert worden, oder ob bloſs die Zuleitung ſchneller und vollkommener geſchah.

*) Es lieſse ſich hiervon eine Anwendung machen auf den Streit, den de Lüc mit Sauſſüre führte, ob nämlich die Subſtanz des Hygrometers unmittelbar in das Waſſer zu tauchen, oder ob das Maximum der Feuchtigkeit bloſs dadurch zu bewirken ſey, daſs man den hygroſkopiſchen Körper einer mit niedergeſchlagenem Dampfe geſättigten Luft ausſetze. Ich erwarte von dem Verſuche, den ich anſtellen will, daſs das Fiſchbein durch die letzte Behandlung durchaus keine Contractionen geben wird; allerdings aber nach der erſten Behandlung. Dieſe und mehrere ähnliche Prüfungen werden uns vielleicht einige Ausbeute für die Hygrometrie gewähren. *Erman.*

Bedenken wir ferner, daſs wir es hier mit unendlich feinen Nüancen zu thun haben, da die gröſsten Unterſchiede, die je zwei unmittelbar auf einander folgende und zuſammen gehörende Beobachtungen geben, ſich höchſtens auf 20 bis $30 \frac{1}{19410}$ Theile des pariſer Zolles belaufen, ſo müſſen wir zugeben, daſs bloſs dieſe aus dem Weſen der trockenen Säule herrührenden Zweifel hinlänglich ſind, der Hypotheſe einer im verſchloſſenen Raume eines Zimmers durch das Mikro-Electrometer wahrgenommenen Ebbe und Fluth der electriſchen Conſtitution der Körper, ſehr viel von ihrer Glaubwürdigkeit zu benehmen.

3.

Doch es entſtehen von der andern Seite aus dem Mechanismus und dem Baue des Mikro-Electrometers an und für ſich betrachtet, mancherlei anderweitige Gründe des Zweifels. Ich werde nur einige Umſtände erwähnen, aus denen ergeht, daſs ſogar, wenn man für einen gegebenen Augenblick die gröſste Entfernung beſtimmt hat, aus der die Anziehung des Goldblatts eben Statt findet, man oft nach einer gewiſſen Zeit dieſe Entfernung geringer oder gröſser finden kann, ohne daſs es erlaubt ſey, daraus zu ſchlieſsen, die Intenſität der Säule, oder das Vermögen ihrer Leiter habe ſich während der Zeit wirklich geändert.

Der Grad der Iſolation, den die äuſsere Fläche des gläſernen Gefäſses, worin der Streifen hängt, gewährt, iſt nothwendig ſehr veränderlich. Nur

wenn dieſe Iſolation ganz abſolut iſt, kann der Grad der Entfernung, aus welcher das Aufſchlagen noch Statt findet, als das Maaſs der abſoluten Intenſität der Säule angeſehen werden. So bald nur die geringſte Ableitung von einem Pol zum andern längs der Glasfläche Statt findet, zeigt das Inſtrument nur den Ueberſchuſs des nicht abgeleiteten Effekts. Iſt alſo bei der erſten Meſſung die Iſolation vollkommener oder unvollkommener geweſen, als bei der zweiten dazu gehörigen, ſo würden wir auf eine Abnahme oder Zunahme der Intenſität ſchlieſsen, die doch nur ſcheinbar iſt. Nun iſt aber durch tauſenderlei Urſachen der hygroſkopiſche Zuſtand einer Glasfläche in einem ſteten Wechſel, und ſo geringe dieſe Unterſchiede an und für ſich ſeyn mögen, ſo ſind ſie doch hinreichend, um Abweichungen von vielen $\frac{1}{10440}$ eines Zolles in der electriſchen Anziehung zu geben.

Wenn das negative Metallblatt in einer ſolchen Entfernung von dem poſitiven Knopfe hängt, daſs es bei dem gegebenen Zuſtande der Säule und des Inſtruments nicht bis zur Berührung angezogen werden kann, ſo wird eine jede zufällige, von auſserweſentlichen Urſachen hervor gebrachte Oſcillation des Blattes dieſes Anſchlagen bewirken, indem durch dieſe Bewegung das electroſkopiſche Blatt der Anziehungsſphäre des geladenen Knopfs näher gebracht wird, und nunmehr aus dieſer geringern Entfernung bis zum Anſchlagen gelangen kann, ohne daſs ſich in der abſoluten Intenſität der

Säule das mindeſte geändert hätte. Dieſer Täuſchung ſind wir beim Gebrauche des Mikro-Electrometers ganz auſserordentlich ausgeſetzt, und ehe ich ſie entdeckte, traute ich oft meinen eigenen Augen nicht. Hatte ich z. B. das mit der Säule verbundene Mikro-Electrometer ſo geſtellt, daſs der Knopf um 20 bis 40 Grad weiter zurück geſchraubt war, als die gröſste Entfernung betrug, in welcher das Anſchlagen eben noch Statt fand, und überlieſs ich es nunmehr ſich ſelbſt, ſo fand ich meiſten Theils, wenn ich mich wieder näherte, das Blatt an der Kugel hängend. Da aber dieſe Wirkung oft nach ein Paar Minuten eben ſo Statt fand, als nach einer Stunde, und da ich ſie öfters nicht wahrnahm, wenn ich beim Inſtrumente blieb und mich ruhig verhielt, ſo war es leicht, auf den wahren Grund zu kommen.

Der Körper des Electrometers hat, wie oben geſagt, eine kreisrunde Oeffnung, um den an der Welle befindlichen Knopf durchzulaſſen. Durch die freie ringförmige Oeffnung rund um die Welle, welche über $\frac{1}{3}$ Linie beträgt, kann die äuſsere Luft in das Innere des Inſtruments hinein und heraus ſtrömen, und ſo dem höchſt beweglichen Metallſtreifen zufällige Bewegungen mittheilen. Die durch das Aufſtehen und Entfernen, oder durch das Annähern des Beobachters in Bewegung geſetzte Luft, pflanzt ſich wellenförmig durch die ringförmige Oeffnung in dem Körper des Electrometers fort, und verurſacht Schwingungen des Streifens,

die manchmahl ſogar für das Auge merklich werden, in jedem Falle aber ihn um mehrere $\frac{1}{19448}$ Theile des Zolles der anziehenden Kugel näher bringen, worauf das Anſchlagen erfolgen muſs. Eine raſche Bewegung mit der flachen Hand in einer gewiſſen Richtung, das Blättern in einem Hefte, das Oeffnen der Thür im Zimmer, ſelbſt das Zuſchlagen einer Thür im zweiten und dritten Zimmer, wurde abſichtlich geprüft, und ich fand, daſs ſehr oft das Anſchlagen des electroſkopiſchen Streifens dadurch bewirkt wurde, aus einer Ferne, die das dermahlige Maaſs der Intenſität um mehrere hundert Grade überſtieg. Die Richtung und die Kraft dieſer Luftſtöſse ſind ſo veränderlich, je nachdem eine Menge von Zufälligkeiten ſo oder anders zuſammen treffen, daſs dieſer Effekt ſich durchaus nicht berechnen läſst, und folglich an keine Correction der Beobachtungen für dieſes Element zu denken iſt. Ich für meinen Theil wuſste keinen beſſern Rath, als die Vernichtung aller Tafeln, die ich über eine lange Reihe von Beobachtungen entworfen hatte, und wo alles chaotiſch durch einander lief, um ſo mehr, da ich der Vorſchrift gemäſs dem Inſtrumente ſeine Station auf dem Fenſterbrette angewieſen hatte, wo allerdings der feſteſte Standpunkt war, wo aber der zufällige Wechſel des Luftzuges die groſstmöglichen Anomalieen hervor bringen muſste. Ich habe ſeitdem dieſem weſentlichen Mangel dadurch abgeholfen, daſs ich die Welle, welche der Auslade-knopf trägt, mit einem Ueberwurf von Kork ver-

ſah, und dieſen ſo luftdicht wie möglich in die kreisrunde Oeffnung des Gefäſses hinein trieb. Dadurch wurde allerdings jeder Luftzug vom Innern des Inſtruments abgehalten, und der Gang der Beobachtungen wurde um ſehr vieles zuverläſſiger; doch entſtand nebenbei ein Mangel, der viel Behutſamkeit von Seiten des Beobachters erfordert. Die iſolirte Welle, die in der Achſe des Korkſtöpſels eingepaſst iſt, kann nunmehr bei den Umdrehungen, die man ihr mittheilt, durch Reibung am Kork ſehr leicht Electricität erregen, und zwar in verſchiedenen Graden, nach Maaſsgabe der Umſtände; hierdurch entſtehen allerdings neue Zufälligkeiten bei dieſen Beobachtungen, die deren nur zu vielen unterworfen ſind.

Eine andere Hauptquelle der unangenehmſten Täuſchungen beim Gebrauche des Mikro-Electrometers iſt die unmerkliche Verrückung des Nullpunkts. Alles kommt nämlich darauf an, daſs man beim Anfange einer Reihe von Beobachtungen mit der ſchärfſten Genauigkeit den Punkt beſtimmt, wo der frei herab hängende, nicht geladene Metallſtreifen den Scheitelpunkt der Krümmung des Knopfs ſo eben berührt. Auf dieſen Punkt der Berührung bei o Anziehung beziehen ſich nachher alle folgende Beobachtungen, indem man die verſchiedenen Grade der Entfernung, wo das geladene Blatt nachher zum Anſchlagen kommt, von dieſem als unverändert gedachten Punkte an, immerfort zählt, um die Ab- und Zunahme der jedesmahligen Intenſität

zu ſchätzen. Nun aber wird man unzählige Mahl wahrnehmen, daſs am freien und nicht geladenen Mikro-Electrometer meiſten Theils nach 24 Stunden, oft aber ſchon nach einer Stunde dieſer Nullpunkt ſich beträchtlich geändert hat, ſo daſs beim Wiederaufſuchen deſſelben der ungeladene Streifen um 20 bis 40 Grad früher oder ſpäter, als man bei der urſprünglichen Normalbeſtimmung gefunden hatte, in die Berührung kommt. Daſs durch eine ſolche eingeſchlichene Verrückung alle Beobachtungen, die ſich auf die voraus geſetzte Identität des Nullpunkts gründen, einen hohen Grad von Unzuverläſſigkeit erhalten, iſt leicht einzuſehen. Wenn man nun aber bedenkt, wie erſtaunend geringe die Abweichung von der verticalen Richtung zu ſeyn braucht, um ein höchſt bewegliches Pendel um mehrere $\frac{1}{19136}$ Theile eines Zolles aus ſeiner urſprünglichen Lage zu bringen, ſo wird man leicht die zufälligen Urſachen dieſer Verrückung auffinden.

Die Unterlage, auf welcher das Inſtrument ſteht, müſste völlig unbeweglich ſeyn, ſollten nicht Abweichungen von der verticalen Richtung des Electrometers entſtehen, die das Vor- oder Zurückfallen des Streifens aus der normalen ſenkrechten Lage zur Folge haben müſſen. Kein Tiſch iſt feſt genug, um nicht in einem bewohnten Zimmer nach einigen Tagen eine ſehr bedeutende Abweichung von der urſprünglichen verticalen Lage des mikro-electrometriſchen Pendels zu verrathen. Selbſt die eingemauerten Fenſterbretter geben ſolche Ab-

weichungen, obzwar geringer; das Hin- und Herziehen des Holzes und der ganzen Mauer durch pyrometriſche und hygrometriſche Einwirkungen verurſacht hier ebenfalls eine Neigung des Inſtruments, welche den Streifen bedeutend aus ſeiner Lage verrückt, und ſo auf Ab- oder Zunahme der electriſchen Intenſität ſchlieſsen macht, die doch nur ſcheinbar ſind. Wird vollends die Unterlage des Inſtruments von der Sonne getroffen, ſo iſt die pyrometriſche und hygroſkopiſche Wirkung, und die daher rührende Abweichung um vieles bedeutender. Man kann mit einer ſehr empfindlichen Waſſerwage, oder mit einem künſtlichen Horizont dieſes Schwanken der horizontalen Flächen dieſer Unterlagen deutlich genug wahrnehmen; beim Mikro-Electrometer wird es aber noch viel auffallender.

Noch ein anderer Grund der Verrückung des Nullpunkts liegt in der pyrometriſchen Ausdehnung des Metalles und Glaſes des Inſtruments ſelbſt. Die Ausdehnung der Welle bringt den Knopf dem Streifen näher und giebt folglich ſcheinbare Verminderung der electriſchen Intenſität; dehnt ſich hingegen das metallene Geſtell verhältniſsmäſsig mehr aus, als die Welle, ſo wird der Streifen von der Ausladekugel entfernt, und wir erhalten ſcheinbare Zunahmen der Intenſität. Dieſen letzten Fall glaube ich am häufigſten gefunden zu haben. Wenn ich nämlich den Nullpunkt ganz ſcharf beſtimmt hatte, dann die Kugel zurück ſchraubte, und das bloſse Electrometer ohne Verbindung mit der Säule der Sonne aus-

ſetzte, ſo fand ich in der Regel, daſs ſich der Streifen vom urſprünglichen Nullpunkt entfernt hatte. Da ich zu dieſer Prüfung das Werkzeug auf die Steinplatte des gemauerten Poſtaments einer Sonnenuhr in freiem Felde aufgeſtellt hatte, ſo glaube ich den Parallelismus dieſer Fläche allenfalls annehmen zu dürfen, ohne doch bei ſehr ſtarker Erhitzung des Gemäuers mich dafür verbürgen zu wollen. Kurz, ſelbſt da fand ich ein ſehr beträchtliches Schwanken des Nullpunkts, welches die Beobachtungen im Sonnenſcheine ſehr unſicher machte, und Correctionen erforderte, deren Element gar nicht zu beſtimmen war. Das einzige Mittel wäre, bei jeder zweiten Beobachtung das Inſtrument ganz zu entladen, und die Identität des dermahligen Nullpunkts mit der des vorigen unmittelbar zu ſuchen. Dieſes Verfahren bringt aber andere nicht unbedeutende Nachtheile mit ſich.

Wie feſt und unwandelbar in ſeiner Conſtruction ein Meſsinſtrument dieſer Art ſeyn müſſe, um trotz alles Hin- und Herſchraubens immer auf denſelben Punkt zurück zu kommen, wenn es verlangt wird, ohne daſs mehrere $\frac{1}{10440}$ſtel eines Zolles vermiſst würden, wird jeder Kenner leicht einſehen. Nun hat meines Dafürhaltens mein Freund bei der Conſtruction ſeines Inſtruments viel zu ſehr auf Tragbarkeit, und auf vielfaches Auseinandernehmen aller Theile geſehen. Mehr Maſſe, feſtere Verbindungen, und mehr Einfachheit in der Organiſation des Werkzeuges, hätte es beim Gebrauche

auſserordentlich viel ſicherer und beſtimmter gemacht. Vorzüglich ſollte die Mutter, worin die Mikrometerſchraube ſich bewegt, und die eigentlich die Seele des Ganzen iſt, an einem ausnehmend feſten und unerſchütterlichen Theile angebracht ſeyn; und gerade dieſes ſo weſentliche Stück hat die gröſste Schwäche erhalten.

Es giebt noch einen ſehr verfänglichen Grund der Täuſchungen bei den Schätzungen der Intenſitäten der Säule durch das Mikro-Electrometer. Wenn bei einer gegebenen Beobachtung das Blatt zum Anſchlagen gekommen iſt, ſo hängt es nunmehr feſt am Entladungsknopfe, und um die folgende vergleichende Beobachtung anſtellen zu können, muſs man zu allererſt den Streifen wieder frei machen. Dazu gehört, daſs man die Zuleitungsdrähte der Säule vom Electrometer entfernt, um es zu entladen, um nachher durch eine leiſe Erſchütterung die Cohärenz des Metallblattes zu überwinden. Dieſe Erſchütterung, ſo leiſe ſie auch iſt, kann unſtreitig den Nullpunkt um etwas verrücken, weil wir es mit einem ſo ungemein empfindlichen Inſtrumente zu thun haben. Viel wichtiger iſt indeſs noch folgender Umſtand. Wenn wir zur zweiten korreſpondirenden Beobachtung ſchreiten, legen wir die Zuleitungsdrähte wieder an das Inſtrument. Wer kann uns aber verbürgen, daſs ſie in einer zweiten Anlegung eben ſo innige und continuirlich-leitende Berührungspunkte treffen werden, als in der vorigen Anlegung, oder auch, daſs ſie

nicht beſſere gefunden haben? Wem iſt nicht bekannt, wie ungeheuer groſs oft der Unterſchied der Leitungskraft iſt, in den verſchiedenen Punkten einer und derſelben Platte, eines Drahts, oder einer Kette, wo das Auge keinen Unterſchied wahrzunehmen vermag, und wo doch durch eine unmerkliche Oxydation, oder einen nicht aufzufindenden fremdartigen Ueberzug der Oberflächen, oft jede Zuleitung gehemmt, oder doch ungemein geſchwächt wird? Ich ſehe durchaus nicht ein, wie bei dieſer Methode der Entladung nicht die bedeutendſten Unterſchiede in den angegebenen Graden nothwendig Statt finden ſollten, wenn auch kein einziger der oben angeführten Gründe exiſtirte. Ich habe geſucht, dieſem wichtigen Mangel dadurch abzuhelfen, daſs ich das Electrometer und die Säule entlade, ohne die Polardrähte aus ihrer Lage und ihren Berührungspunkten zu entfernen. An einem hervor ragenden Stifte des obern Theils des Electrometers hängt ein beweglicher Metallſtab, deſſen anderes Ende den untern Theil des Inſtruments erreichen kann. Findet dieſe Berührung oben und unten wirklich Statt, ſo iſt das Electrometer entladen, und der Kreis geſchloſſen. Zieht man aber den Stab vom untern Theile ab, ſo ladet ſich das Electrometer von neuem. Dieſes Abziehen geſchieht am beſten vermittelſt eines kleinen iſolirten Ständers, den man nur zurück zu ſchieben braucht; dadurch erhält man nebenbei den weſentlichen Vortheil, daſs die Säule ſtets iſolirt und ſich

ſelber überlaſſen bleibt. Um die Cohärenz des Blattes zu überwinden, ohne die Iſolation zu unterbrechen und ohne das Werkzeug zu ſehr zu erſchüttern, trägt der entladende Stab an ſeinem untern Ende eine kleine metallene Kugel, deren Maſſe beim Anſchlagen gegen den untern Theil des Electrometers eine kleine Erzitterung des Ganzen hervor bringt, die das Blatt löſt, ohne doch die Lage des Inſtruments gar zu merklich zu afficiren. Seitdem ich dieſe Vorrichtung anwende, ſind gröſsten Theils die in dieſem Abſatze erwähnten Zufälligkeiten gehoben worden.

4.

Dies wären die Hauptgründe, die mich bis jetzt von der Annahme eines *Wechſels der Intenſität an einer und derſelben Säule und unter denſelben Umſtänden* zurück hielten. Mein Wunſch iſt, daſs das Mikro-Electrometer und die Methode, die trockene Säule zu beobachten, zu einer ſolchen Vollkommenheit gebracht werden möchten, daſs die Angaben derſelben von allen ihren zufälligen Anomalieen befreit würden; bis dahin aber gebietet eine geſunde Kritik die gröſstmöglichſte Behutſamkeit in den Schlüſſen, die wir von dieſen ſehr trüglichen Beobachtungen entlehnen. Zugleich diene das bisher geſagte, um mich gegen eine ſehr harte Beſchuldigung meines Freundes zu rechtfertigen. Er ſchreibt in der angeführten Stelle: *Auch gefiel Herrn Erman die Feinheit der Eintheilung nicht, die, ſag-*

te er, dem Fortgange der Wiſſenſchaft nachtheilig ſeyn würde, indem ſie überall Ungewiſsheit brächte, wo man mit etwas gröbern Eintheilungen Gewiſsheit haben würde. Von den nicht beachteten höchſt verwickelten und durchaus nicht in Rechnung zu bringenden ſubjektiven Anomalieen jedes Werkzeuges, deſſen Angaben man geradezu, ohne Prüfung und Correction, als ausgeſprochene Naturgeſetze annehmen wollte, fürchte ich allerdings Nachtheile für die Wiſſenſchaft. Was mich aber mein Freund *ſagen läſst*, iſt ſo höchſt ſonderbar, daſs ich es wohl füglich mit Stillſchweigen übergehen kann.

Lieber will ich damit ſchlieſsen, daſs ich die Rechte des Hrn. Maréchaux gegen die Anſprüche des Hrn. Veau-de-Launay behaupte. Dieſer wird in Liebes phyſikaliſchem Wörterbuche, Artikel *Electrometer*, als *Erfinder* eines Mikro-Electrometers genannt, *) das doch offenbar nur eine Modification des Maréchaux'ſchen iſt, wie aus Figur 1, Taf. I, zu erſehen iſt.

AB ein aus Glastafeln zuſammen geſetzter Behälter, deſſen obere Wand mit Siegellack überzogen iſt.

C geſirniſstes Fuſsgeſtell von Holz.

D Schraube mit ſehr feinem Gange, jeder zu ½ Millimeter.

*) Man vergl. auch *Journal de Phyſ.*, 1805, *Juill.*, p. 48.

E Glasſcheibe, deren Rand in 360° getheilt iſt.

F meſſingener Stab, der ſich herein und heraus ziehen läſst.

G meſſingene Scheibe auf einen Stiel geſchraubt, der an ſeinem untern Ende eine Zange trägt, worin die Metallblättchen eingeklemmt ſind.

H äuſserſt dünne Kupferblättchen?? *(Oripeau)*.

I meſſingene Spitze, die anſtatt der Scheibe *G* auf den Stiel geſchraubt werden kann.

K zwei Zangen, wovon die erſte einen einzelnen Goldſtreifen, die andere zwei bewegliche Halme trägt, und die in *H* an der Stelle der Metallblättchen eingeſchraubt werden können.

L ein Streifen Meſſing, der die Anzahl der Schraubengänge angiebt, und die Grade auf der Scheibe beſtimmt.

Wenn man äuſserſt geringe Intenſitäten zu meſſen hat, wird der Stab *F* zurück gezogen, und mit dem einzelnen Streifen werden die Grade gemeſſen, vom Nullpunkte an, bis da, wo das Anſchlagen wirklich Statt findet.

Herr Prof. Tourte hat es übernommen, dieſes Inſtrument mit dem ihm eigenen Kunſtfleiſse zu verfertigen; bis dahin kann ich nur vorläufig und gewiſſer Maſsen muthmaſslich über die Nachtheile und Vorzüge deſſelben urtheilen. Es ſcheint mir aus der Zeichnung zu erhellen, daſs die Mikrometerſchraube ebenfalls keinen unwandelbaren Gang haben kann, es müſste denn die in die Glaswand eingekittete Mutter eine bedeutende Länge erhalten ha-

ben, aber ſelbſt dieſes würde wenig helfen; die Welle müſste durchaus einen zweiten Unterſtützungspunkt haben, in welchem ſie ſich drehte; nur dadurch kann man ganz verhindern, daſs ſie nicht koniſche Revolutionen beſchreibe. Es iſt ferner nicht abzuſehen, wie der Nullpunkt mit Genauigkeit zu finden iſt, da das Fuſsbrett keine Stellſchrauben hat. Man kann endlich an dieſem Inſtrumente keinen iſolirenden Entlader anbringen. Der weſentlichſte Vorzug deſſelben iſt, daſs es verſchloſſen iſt, und alſo das Goldblatt nicht dem Spiele des Luftzuges Preis giebt. Ferner kann man damit die Intenſitäten durch die Repulſion meſſen, welches oft vortheilhaft und bei kräftigen Säulen unumgänglich nöthig iſt; denn bei dieſen iſt das Maréchaux'ſche durchaus nicht anwendbar, weil gleich beim erſten Anſchlagen der entſtehende Funke den ganzen untern Theil des Streifens verzehrt, wie es mir nur zu oft widerfahren iſt. Es wird auch nebenbei wohl nicht ohne Nutzen ſeyn, daſs man an demſelben Werkzeuge unter denſelben Umſtänden, die Grade der Attraction und die der Repulſion unmittelbar vergleichen kann.

Herr Veau-de-Launay zieht aus den Beobachtungen, die er mit ſeinem Inſtrumente angeſtellt hat, den Schluſs, daſs die Intenſität einer Säule von Seiten der Atmoſphäre einem Wechſel ausgeſetzt iſt, der gerade das Widerſpiel desjenigen iſt, den eine gewöhnliche Electriſirmaſchine erleidet; das heiſst, die Feuchtigkeit der Luft vermehrt ihre Energie,

wie ſie durch mangelnde Iſolation die Wirkungen der Maſchine vermindert. *La pile parait avoir une action inverſe de la machine électrique dans ſon intenſité par rapport à l'Atmoſphère, c. a. d. que ſon action eſt d'autant plus ſorte que l'Atmoſphère eſt plus changée d'humidité.* Hierin ſtimmen meine Beobachtungen im Allgemeinen mit den ſeinigen, indem ich den hygroſkopiſchen Zuſtand der trocken ſeyn ſollenden Leiter als den weſentlichen Grund aller Veränderungen der Intenſität anſehe, die nicht bloſs zufällig von den Anomalieen des Electrometers herrühren. Wenn aber Hr. Veau-de-Launay hinzu fügt, daſs die mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule den Regen und die andern Veränderungen in der Atmoſphäre mit mehr Genauigkeit vorher ſagen, als das Barometer, *(Mr. Veau-de-Launay penſe auſſi que les obſervations faites avec cet inſtrument ſont plus exactes que celles du Baromètre pour annoncer la pluie et les autres changemens d'état de l'atmoſphère,)* ſo muthmaſse ich, daſs dieſes bloſs aus Möglichkeiten und Analogieen geſchloſſen iſt, und auf keiner Reihe von wirklichen Beobachtungen beruhet. Ich für meinen Theil habe anhaltend und mit möglichſtem Fleiſse eine Correſpondenz zwiſchen den hygrometriſchen und atmidometriſchen Wahrnehmungen einerſeits, und den Beobachtungen der trockenen Säule anderſeits gemacht, habe ſie aber nicht gefunden. Wahrſcheinlich wohl, weil bei einem gewiſſen Grade von Feuchtigkeit die Glasfläche des Electro-

Electrometers durch verminderte Iſolation mehr raubt, als die Säule durch vermehrte Intenſität hergiebt. Oft wenn das Hygrometer mehrere Tage anhaltend auf 100, oder nahe daran ſtand, und wenn eine kreisrunde Waſſerfläche von 6 Zoll Durchmeſſer in 15 Minuten kaum 3 Gran verlor, bei gutem Zuge und hohem Thermometerſtande, war doch die gemeſſene Intenſität der 25paarigen Säule nur einige 160°. Wurde aber alsdann das Electrometer gehörig ausgetrocknet, ſo kam allerdings ein bedeutender Zuwachs von Intenſität zum Vorſchein. Hierdurch und durch die früher angeführten Mängel verſchwand die Hoffnung, die ich anfänglich auch hatte, die trockene Säule als Controlle des Hygrometers zu gebrauchen. Ich wünſche ſehnlich, daſs Hr. Veau-de-Launay ſich nicht täuſche, indem er ſo zuverſichtlich meint, dieſe Hoffnung in Erfüllung gebracht zu haben. Herr Maréchaux wird ſich neue Verdienſte um die Wiſſenſchaft erwerben, wenn er dieſen Gegenſtand einer fortgeſetzten Prüfung unterwirft, ſo wie ich meinerſeits nicht unterlaſſen werde, es zu thun.

II.

Jagd und Kampf der electriſchen Aale mit Pferden.

Aus den Reiſeberichten des Hrn. Freiherrn Alexander v. Humboldt.

— — Nirgends findet man den electriſchen Aal, (*Gymnotus electricus L.,*) in gröſserer Menge, als in den kleinen Flüſſen und in den vielen ſtehenden Gewäſſern oder Sümpfen des Theils von Guyana, welcher zwiſchen dem Oronoco und der Küſten-Cordillere von Venezuela liegt, und aus ungeheuren meiſt dürren Ebenen beſteht, die unter dem Namen: Llanos de Caraccas oder Llanos de Apuré, *) bekannt ſind. Faſt auf jeder Quadratmeile finden ſich hier drei oder vier Sümpfe, welche eben ſo viel von der Natur gemachte Fiſchbehälter für die Zitteraale zu ſeyn ſcheinen, die ſich darin in groſser Zahl finden. Die geringe Tiefe dieſer Sümpfe macht es den Indianern möglich, die electriſchen Aale in ihnen zu fangen; in den groſsen Strömen, dem Meta, dem Apuré und dem Oronoko iſt die Tiefe und die Gewalt des Waſſers zu groſs, als daſs ſie ſich dieſer Fiſche zu bemächtigen vermöchten. Wir haben gefunden, daſs in Guyana

*) Man vergl. *Annalen*, XVI, 423. *d. H.*

allen Indianern die Gefahr ſehr wohl bekannt iſt, der ſie ſich ausſetzen, wenn ſie in Gewäſſern ſchwimmen, in welchen die Zitteraale zahlreich ſind; indem man ihre ſchädliche Wirkung gewöhnlich eher empfindet, als man den Fiſch gewahr wird.

Als wir durch jene weit verbreiteten Ebenen der Provinz Caraccas reiſten, um uns zu San Fernando de Apuré einzuſchiffen, und unſre Fahrt auf dem Oronoko zu beginnen, verweilten wir 5 Tage lang in der kleinen Stadt Calobozo, welche nach meinen Beobachtungen unter 8° 56′ 56″ nördlicher Breite liegt. Wir wollten uns hier mit den Zitteraalen beſchäftigen, deren es eine unzählbare Menge in dieſer Gegend giebt, im Rio Guarico, in den Cannos de Raſtro, de Berito, de la Paloma und in etlichen funfzig kleinen ſtehenden Gewäſſern. Man hat mir verſichert, daſs man unweit Uritucu eine ehemahls ſehr gangbare Straſse wegen der electriſchen Fiſche hat aufgeben müſſen; ſie führte durch einen Bach, und auf dem Fuhrt durch denſelben ertranken jährlich mehrere Mauleſel, die durch die Entladungsſchläge der Zitteraale betäubt und ſinnlos niedergeworfen wurden.

Um unſre Verſuche mit aller Genauigkeit anſtellen zu können, wünſchten wir, daſs man uns electriſche Aale in das Haus brächte, welches wir in Calobozo bewohnten. Unſer Wirth gab ſich alle Mühe, um unſer Verlangen zu erfüllen. Es wurden Indianer zu Pferde ausgeſchickt, um in den Sümpfen zu fiſchen; todte Zitteraale hätten wir

in Menge haben können, aber eine faſt kindiſche Furcht verhinderte die Eingebornen, ſie lebendig fortzutragen. Wir haben uns zwar in der Folge überzeugt, daſs es allerdings ſehr unangenehm iſt, es mit dieſen Fiſchen zu thun zu haben, wenn ſie noch bei ihrer ganzen Kraft ſind; bei dem gemeinen Volke iſt aber dieſe Furcht um ſo ſonderbarer, da es die Meinung hat, man könne die Zitteraale ungeſtraft berühren, wenn man Tabak rauche. Wir hatten 10 Francs für jeden electriſchen Aal geboten, den man uns lebendig bringen würde, aber es fand ſich niemand, der ſie verdienen wollte; auch iſt das angebliche Sicherungsmittel der Indianer gegen die Schläge des Zitteraals ohne alle Kraft. Die Liebe zum Wunderbaren iſt unter den Eingebornen dieſer Gegenden ſo groſs, daſs ſie häufig Sachen erzählen und behaupten, an die ſelbſt zu glauben ſie weit entfernt ſind. Auch ſie meinen alſo, der Natur noch mehr Wunder leihen zu müſſen, als wenn die Natur nicht ſchon an ſich ſelbſt der Geheimniſſe und des Wunderbaren genug hätte.

Drei Tage lang hatten wir in der Stadt Calobozo zugebracht, und nur einen einzigen electriſchen Gymnotus erhalten, der ziemlich ſchwach war. Wir faſsten nun den Entſchluſs, uns ſelbſt an Ort und Stelle zu begeben, und dort die Verſuche in freier Luft, am Ufer der Sümpfe anzuſtellen, in welchen die Zitteraale wohnen. Wir verfügten uns zuerſt in das kleine Dorf Raſtro de Abaſco, und von da führten uns die Indianer zu dem Can-

ſo de Bera, einem Baſſin voll ſtehenden ſchlei-migen Waſſers, das von einer herrlichen Vegetation, *Cluſea Roſea, Hymenea courbaril*, dem groſsen indiſchen Feigenbaum und Mimoſen mit wohlriechenden Blüthen, umgeben iſt. Wir geriethen nicht wenig in Verwunderung, als wir hörten, man wolle in die benachbarten Savannas gehen, und dort einige dreiſsig halbwilde Pferde zuſammen treiben, um ſich ihrer bei dieſem Fiſchfange zu bedienen. Man nennt dieſe Art, die Zitteraale zu fangen, *embarbascar con Cavallos*, das heiſst, trunken machen durch Hülfe von Pferden, und das führt auf gar bizarre Vorſtellungen. Mit dem Namen: *Barbasco*, belegt man die Wurzeln der *Jaquinia*, der *Piſcidia* und jeder andern giftigen Pflanze, welche einer groſsen Waſſermaſſe, in die man ſie wirft, augenblicklich die Eigenſchaft mittheilt, die Fiſche zu tödten, zu betäuben, oder trunken zu machen. Die durch dieſes Mittel vergifteten Fiſche (*embarbascado*) ſchwimmen auf der Oberfläche des Waſſers; und da die Pferde, welche man in dem Sumpfe hin und her treibt, daſſelbe bei den in Schrecken geſetzten Fiſchen bewirken, ſo belegt man, indem man Urſache und Wirkung verwechſelt, beide Arten zu fiſchen, mit gleichen Namen.

Während unſer Wirth uns von der ſonderbaren Art unterhielt, wie man hier die Zitteraale fängt, kam der Trupp Pferde und Mauleſel an. Die Indianer hatten aus ihnen eine Art von Treiben gemacht, und nöthigten ſie, in den Sumpf hinein zu

gehen, indem dies der einzige Ausweg war, den ſie ihnen lieſsen. Das intereſſante Schauſpiel, das ſich uns nun darbot, des Kampfs der Zitteraale gegen die Pferde, läſst ſich mit Worten nur ſehr unvollkommen ſchildern. Die Indianer, jeder mit einem ſehr langen Rohre und mit einer kleinen Harpune bewaffnet, ſtellten ſich um den Sumpf, und einige kletterten auf die Aeſte der Bäume, die über dem Waſſer lagen. Durch ihr Geſchrei und durch ihre langen Stangen trieben ſie die Pferde, wo ſie ſich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärm der Pferde geſchreckten Zitteraale vertheidigten ſich mit wiederhohlten Entladungsſchlägen ihrer electriſchen Batterieen, und eine Zeit lang ſchien es, als würden ſie den Sieg über die Pferde und Mauleſel davon tragen. Mehrere von dieſen durch die Menge und Stärke der electriſchen Schläge betäubt, verſchwanden unter dem Waſſer; einige derſelben, die ſich wieder aufrichteten, erreichten ungeachtet der Wachſamkeit der Indianer das Ufer, und ſtreckten ſich hier, durch ihre Anſtrengung erſchöpft, und durch die ſtarken electriſchen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde.

Ich hätte gewünſcht, daſs ein geſchickter Mahler den Augenblick hätte auffaſſen können, als die Scene am belebteſten war. Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringten, die Pferde mit zu Berge ſtehender Mähne, Schrecken und Schmerz im Auge, welche dem Ungewitter, das ſie überfällt, entfliehen wollen; die gelblichen und ſchlüpfrigen

Aale, welche groſsen Waſſerſchlangen ähnlich an der Oberfläche ſchwimmen, und ihre Feinde verfolgen: alles das gab ein höchſt mahleriſches Ganzes. Ich erinnerte mich dabei des berühmten Gemähldes, welches ein Pferd vorſtellt, das in eine Höhle tritt, und durch den Anblick eines Löwen entſetzt wird. Der Ausdruck des Schreckens iſt hier nicht ſtärker, als er in jenem ungleichen Kampfe ſich zeigte.

In weniger als fünf Minuten waren zwei Pferde ertrunken. Die Aale, deren mehrere über 5 Fuſs Länge hatten, ſchlüpften den Pferden und Mauleſeln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihres ganzen electriſchen Organs. Dieſe Schläge treffen zugleich das Herz, die Eingeweide und beſonders das Nervengeflecht des Magens. Es iſt daher nicht zu verwundern, daſs der Fiſch auf ein groſses vierfüſsiges Thier viel mächtigere Wirkung, als auf einen Menſchen hervor bringt, der ihn nur mit den Extremitäten berührt. Doch zweifle ich, daſs der Zitteraal die Pferde tödtet; er betäubt ſie nur, wie ich glaube, durch die Erſchütterungsſchläge, die er ihnen hinter einander giebt; ſie fallen in eine tiefe Ohnmacht, und verſchwinden beſinnungslos unter dem Waſſer; die andern Pferde und Mauleſel treten auf ihnen herum, und in wenig Minuten ſind ſie todt.

Nach dieſem Anfange fürchtete ich, die Jagd möchte ein ſehr tragiſches Ende nehmen, und die Pferde würden eins nach dem andern ertrinken. Sind die Herren derſelben bekannt, ſo bezahlt man

jedes, das ertrinkt, mit 8 Franken. Die Indianer verſicherten indeſs, die Jagd werde bald geendigt ſeyn, und nur der erſte Sturm der Zitteraale ſey furchtbar. In der That kommen die Aale nach einiger Zeit in den Zuſtand entladener Batterieen, ſey es nun, daſs die galvani'ſche Electricität ſich durch die Ruhe in ihnen gehäuft hatte, oder daſs ihr electriſches Organ durch einen zu häufigen Gebrauch ermüdet und zu fernern Verrichtungen unbrauchbar gemacht wird. Zwar iſt ihre Muskelbewegung dann immer noch eben ſo lebhaft als zu Anfang, ſie haben aber nicht mehr das Vermögen, recht kräftige Schläge zu ertheilen. Als der Kampf eine Viertelſtunde gedauert hatte, ſchienen die Pferde und Mauleſel minder in Schrecken zu ſeyn; die Mähnen ſtanden ihnen nicht mehr zu Berge; ihr Auge druckte nicht mehr hohen Schmerz und Schrecken aus, und es fielen keine Pferde mehr um. Auch ſchwammen die Aale mit dem halben Leibe auſser dem Waſſer, flohen vor den Pferden, ſtatt ſie anzugreifen, und näherten ſich dem Ufer. Die Indianer verſicherten uns, daſs, wenn man die Pferde zwei Tage hinter einander in den Sumpf treibt, am zweiten Tage kein Pferd mehr getödtet werde. Die Fiſche müſſen Ruhe und hinlängliche Nahrung haben, um eine groſse Menge galvani'ſcher Electricität zu erzeugen oder anzuhäufen. Aus den Verſuchen, welche man in Italien mit Zitterrochen gemacht hat, iſt es bekannt, daſs, wenn die Nerven dieſer Rochen, welche in die electriſchen Organe

gehn, zerſchnitten oder unterbunden werden, dieſe Organe in ihrer Wirkung gerade ſo gehemmt ſind, wie ein Muskel, deſſen Hauptarterie oder Hauptnerve unterbunden iſt; beide bleiben gleich unbeweglich, ſo lange die Unterbindung dauert. Die electriſchen Organe des Zitterrochens und der Zitteraale ſind folglich der Herrſchaft des Nervenſyſtems unterworfen, und ſind keinesweges gewöhnliche electromotoriſche Apparate, welche aus den benachbarten Waſſerſchichten die ihnen entzogene Electricität wieder anziehen. Iſt dieſes aber der Fall, ſo darf es uns nicht befremden, daſs die Stärke der electriſchen Schläge des Zitteraals von dem Zuſtande ſeiner Geſundheit abhängt, und daſs Ruhe, Nahrung, Alter, und vielleicht noch eine Menge anderer phyſiſcher, auch moraliſche Gründe darauf Einfluſs haben.

Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden ſehr leicht gefangen, mit kleinen an einen Strick befeſtigten Harpunen, die man ihnen in den Leib wirft. Die Harpune ſpieſst manchmahl ihrer zwei auf. Iſt der Strick ſehr trocken und ziemlich lang, ſo kann man ſie damit an das Ufer ziehen, ohne Schläge zu erhalten. In wenig Minuten waren 5 groſse Zitteraale auf dem Trockenen. Wir hätten zwanzig haben können, hätten wir ihrer ſo viele zu unſern Verſuchen bedurft. Einige waren nur leicht am Schwanze verwundet, andere ſchwer am Kopfe; und wir konnten deutlich beobachten, wie die natürliche Electricität dieſes Fiſches nach

der verſchiedenen Stärke der Lebenskraft ſich modificirt.

Wir haben unſre Verſuche über die merkwürdigen electriſchen Erſcheinungen des *Gymnotus electricus* nicht bloſs an dieſen in unſrer Gegenwart gefangenen Fiſchen angeſtellt, ſondern auch an einem Zitteraal von auſserordentlicher Gröſse, den wir nach unſrer Zurückkunft von Raſtro, zu Calobozo in unſrer Wohnung vorfanden. Er war mit einem Netze gefangen, und nicht verwundet worden, und man hatte ihn augenblicklich, nachdem man ihn aus dem Sumpfe gezogen, in einen Zuber gethan und nach Calobozo getragen. Da er beſtändig in demſelben Waſſer geblieben war, an welches er ſich gewöhnt hatte, ſo konnte ſeine galvaniſche Electricität ſchwerlich geſchwächt ſeyn. Wir werden indeſs bald ſehen, daſs die verwundeten, und daher minder kraftvollen Zitteraale für Unterſuchungen über die galvaniſch-electriſchen Phänomene dieſer Fiſche viel belehrender ſind, als Zitteraale in ihrer vollen Kraft. Es entgehen dem Auge des Beobachters ſehr viele Nüancen, wenn der electriſche Strom ſich mit einer ſolchen Heftigkeit entladet, daſs er ſich den Weg durch minder vollkommene Leiter faſt ſo gut als durch die beſten Leiter bahnt.

Wenn man geſehen hat, daſs die Zitteraale ein Pferd ſinnlos zu Boden werfen, ſo darf man wohl ſich fürchten, ſie in den erſten Augenblicken, nachdem ſie an das Land gezogen worden, zu berühren. Dieſe Furcht iſt bei den Eingebornen ſo groſs, daſs

ſich keiner dazu verſtehen wollte, die electriſchen Aale von dem Stricke der Harpune loszumachen, und ſie in die kleinen mit friſchem Waſſer gefüllten Löcher zu tragen, welche wir an dem Ufer des Sumpfes ausgehöhlt hatten. Wir muſsten uns dazu verſtehen, ſelbſt die erſten Schläge auszuhalten, und dieſe waren fürwahr nicht ſanft. Die ſtärkſten ſchienen mir ſchmerzhafter zu ſeyn, als die heftigſten electriſchen Schläge, die ich mich von einer groſsen völlig geladenen Flaſche je erhalten zu haben entſinne. Wir begriffen nun ſehr wohl, daſs es nicht zu den Uebertreibungen gehörte, wenn die Indianer erzählten, daſs jemand, der ſchwimmt, unfehlbar ertrinkt, wenn ihm ein Zitteraal an die Beine oder an die Arme einen Schlag verſetzt. Eine ſo heftige Erſchütterung kann dem Menſchen ſehr leicht den Gebrauch ſeiner Glieder auf mehrere Minuten entziehen; ja es könnte ſelbſt der augenblickliche Tod erfolgen, wenn der Fiſch, indem er längs des Bauchs und der Bruſt hinſchlüpft, eine kraftvolle Entladung gäbe, weil dann die edlern Theile, das Herz, das gaſtriſche Syſtem, der *plexus coeliacus*, und alle Nerven, die davon abhängen, zugleich ihrer Reitzbarkeit beraubt werden würden. Nur eine ſchwache Electricität vermehrt, wie bekannt, die Lebenskräfte, eine ſtarke vernichtet ſie.

III.

UNTERSUCHUNGEN
über die Schwefelmetalle,

von

L. Proust,
Prof. der Chemie zu Madrit. *)

Frei bearbeitet von Gilbert.

Schwefel-Eiſen.

Ich hatte lange Zeit geglaubt, in den Schwefelkieſen ſey das Eiſen oxydirt, und zwar im *Minimo;* hier die Gründe, welche mich beſtimmt haben, meine Meinung zu ändern. Man findet in einem verhärteten Thon bei San Pedro Manrique, nahe bei der Stadt Soria, [in Alt-Kaſtilien.] ſehr ſchöne kubiſche und dodecaedriſche Schwefelkieſe. Als ich

*) Nach *ſieben* verſchiedenen Abhandlungen in dem *Journal de Phyſique:* über einige Schwefelmetalle, 1801, Aug., p. 89 — 97; über das natürliche und das künſtliche Schwefeleiſen, 1802, Febr., p. 89 — 95; zur chemiſchen Geſchichte des Spieſsglaſes, 1802, Nov., p. 325 — 344; über die Schwefelmetalle, 1804, Oct., p. 260 — 265; über die Rothgiltigerze, 1804, Dec., p. 403 — 412: zur chemiſchen Geſchichte des Zinnes, 1805, Nov., p. 338 — 349; über die Kobalt- und Nickelerze und über die zuſammen geſetzten Schwefelmetalle, 1806, Nov., p. 364 — 377. Es wird nicht überflüſſig ſeyn, hier

400 Gran dieſer Kieſe, von der Gröſse der Hanfkörner, beim Rothglühen deſtillirte, erhielt ich 75 Gran reinen Schwefels; der Rückſtand wog 322 Gran; der Verluſt, (an Schwefel, der ſich in den entweichenden Gasarten befand,) betrug alſo nur 3 Gran; von 400 Gran etwas gröſserer Kieſe erhielt ich 81 Gran Schwefel, 314 Gran Rückſtand und 5 Gran Verluſt. Dieſes giebt im Mittel auf 400 Gran Schwefelkies 82 Gran, oder ungefähr 20 Procent Schwefel.

Eine mäſsige Rothglühehitze reicht hin, aus den Kieſen allen Schwefel auszutreiben, den ſie in der trocknen Deſtillation herzugeben vermögen. In den erſten Augenblicken geht ein wenig Waſſerdunſt über. Dann kommen zwei Gasarten, die an ihrem Geruche nicht zu verkennen ſind, nämlich ſchweflig-ſaures Gas und Schwefel-Waſſerſtoffgas, welche im Waſſer der Vorlage ſich wechſelſeitig zer-

zu bemerken, daſs im Originale manche Ausdrücke in den Zahlbeſtimmungen etwas anderes ſagen, als der Verfaſſer ſagen wollte, und daſs mehrere Druckfehler in den Zahlen vorkommen; beides iſt hier verbeſſert worden. Durch die Art, wie dieſe Arbeiten des Hrn. Prof. Prouſt hier in ein Ganzes zuſammen geſtellt und mit einigen fremden, welche darauf Beziehung haben, verbunden worden ſind, glaube ich mir um ſie und um dieſen Theil der Chemie der Metalle einiges Verdienſt erworben zu haben. Auch ſind für einige theoretiſche Anſichten in der Chemie dieſe Aufſätze Hauptſchriften. *Gilb.*

ſetzen und es milchicht machen; beide rühren von der Zerſetzung der Feuchtigkeit her. Darauf kömmt der Schwefel und dabei zeigt ſich weiter kein Gas.

Dadurch, daſs den Kieſen ungefähr 20 Procent Schwefel in dieſem Prozeſſe entzogen werden, verlieren ſie faſt ganz ihren Metallglanz und ihre Feſtigkeit. Sie behalten zwar ihre Geſtalt, ſind aber voluminöſer, an allen Ecken wie abgeſchmolzen, laſſen ſich zwiſchen den Fingern zerdrücken, und haben nur noch die matte Farbe des künſtlichen Schwefel-Eiſens.

Wäre in den Schwefelkieſen Sauerſtoff vorhanden, ſo müſste er ſich in dieſem Rückſtande der Deſtillation finden. Die folgenden Thatſachen beweiſen indeſs, daſs er darin mangelt. *Erſtens:* Wenn man irgend ein Eiſenoxyd mit Schwefel oder mit Zinnober vermiſcht und zum Rothglühen bringt, ſo erhält man ſchweflig-ſaures Gas und gewöhnliches Schwefel-Eiſen; die Schwefelkieſe können alſo kein Eiſenoxyd, ſondern nur reguliniſches Eiſen enthalten, weil ſie ſonſt in der Rothglühehitze ſtatt Schwefel, ſchweflig-ſaures Gas hergeben würden. *Zweitens:* Wenn man Schwefelkieſe mit Kohle glüht, ſo erhält man kein anderes Gas, als Schwefel-Waſſerſtoffgas, und nachdem ſie 19 bis 20 Procent Schwefel verloren haben, bleibt ein Schwefel-Eiſen zurück, welches in allem mit dem künſtlichen Schwefel-Eiſen überein ſtimmt. Es enthält, wie dieſes, auf 100 Theile Eiſen 60 Theile Schwefel, löſt

ſich willig in verdünnter Schwefelſäure oder Salzſäure auf, und entbindet das Schwefel-Waſſerſtoffgas in Menge.

Die Schwefelkieſe ſind hiernach nichts anderes als Schwefel-Eiſen, welches die Natur auf dem naſſen Wege zuſammen ſetzt und mit Schwefel überſättigt, um gleichſam ihrem Werke Dauer zu geben. Wahrſcheinlich enthalten die Schwefelkieſe dieſen Ueberſchuſs in verſchiedener Menge, da, nach Henkel, einige 25, andere 28, oder ſelbſt 30 Procent Schwefel gaben. *) Dieſer überſchüſſige Schwefel iſt es, den ſie in der Deſtillation hergeben, nicht aber der, welcher von dem Eiſen nach dem unveränderlichen Geſetze der Verhältniſſe figirt iſt,

*) Dieſe Vermuthung nimmt Herr Prouſt durch das, was man weiterhin aus dem zweiten Aufſatze finden wird, ſtillſchweigend zurück; einige berühmte Chemiker, die ihn deſshalb mit ſich ſelbſt im Widerſpruche glaubten, thun ihm Unrecht. Der Freiberger Dr. Henkel iſt hier wohl ohne alle Autorität. Er ſetzt zwar in ſeiner *Pyritologia*, Leipzig 1725, S. 478, die Menge von Rohſchwefel hin, welche er aus einem Zentner Kieſe verſchiedener Art erhalten hat, (ſie variirt von 25 bis 36½ Pfund,) fügt aber hinzu: „wobei zu gedenken, daſs im verſchloſſenen Gefäſse, als die Retorte iſt, woraus ich die Kieſe vornehmlich abgeſchwefelt habe, ein ſolches Gewicht ſchwerlich, ſondern insgemein kaum ¼ Theil zu erhalten ſteht, ſondern nachher noch ein offenes Feuer, dergleichen das unter der Muffel iſt, den noch zurück ſeyenden Schwefel vollends heraus zwingen muſs." *Gilb.*

da Eiſen, wovon 100 Theile mit 60 Theilen Schwefel geſättigt ſind, nichts davon in einer Hitze fahren läſst, welche den Kieſen ihren Ueberſchuſs an Schwefel entzieht.

Die Schwefelkieſe ſind auch für den Chemiker von Nutzen. Füllt man gepülverte Kieſe in einen Tiegel, bedeckt ſie mit ⅕ Eiſenfeile, ſchüttet etwas Kohlenſtaub darüber, und giebt Rothglühehitze, ohne doch die Maſſe zum Schmelzen zu bringen; ſo erhält man eine homogene Maſſe in Pulvergeſtalt, die ſehr bequem iſt, um Schwefel-Waſſerſtoffgas in Menge zu entbinden.

Es iſt meine Abſicht nicht, zu behaupten, daſs alle Schwefelkieſe von einerlei Art ſind. Die z. B., welche die Eigenſchaft haben, ſich zu *vitrioliſiren*, kommen wahrſcheinlich dem Schwefel-Eiſen ohne Ueberſchuſs an Schwefel ſehr nahe. Denn ſo viel iſt gewiſs, daſs die mit Schwefel überſättigten Kieſe die ſind, welche am längſten der Einwirkung der Elemente, die ihre Zerſtörung herbei zu führen ſtreben, widerſtehn.

Die Schwefelkieſe von Soria erhalten etwas Kalkerde, etwas Kieſelerde und etwas Thonerde, aber nicht die geringſte Spur von Kupfer. Ihre Auflöſung in Salpeterſäure wird durch Schwefel-Waſſerſtoff zum Minimo der Oxydirung zurück gebracht, und der gelbe Staub, der dabei niederfällt, iſt nichts als Schwefel.

Die Schwefelkieſe leiden eine langſame Zerſetzung, indem ſich ſtatt des Schwefels Sauerſtoff einfindet,

findet, wobei ſich ihre Geſtalt nicht ändert; ſie werden endlich ganz zu rothem Eiſenoxyd. Werden die oxydirten Kiestheilchen vom Waſſer fortgeführt, zerkleinert und abgeſetzt, ſo entſteht *rother Ocher.* Dergleichen iſt der, welcher in Spanien *Erde von Almagré* genannt, und zum Anſtreichen der Häuſer, zum Zeichnen der Hammel, zum Färben des Tabaks von Sevilla, zum Poliren der Spiegel u. ſ. w. gebraucht wird. Dieſer Bolus giebt in der Deſtillation eine groſse Menge ſchwefliger Säure, und verkündigt ſeinen Urſprung durch den Ueberreſt von Schwefel, welchen er enthält.

Was die ſchönen *gelben Ocher* betrifft, die beim Deſtilliren roth werden und nichts als Waſſer hergeben, ſo rühren ſie von einer freiwilligen Zerſetzung des ſpäthigen Eiſenſteins her; *) auch findet man in ihnen Kalk und Manganes. Ich habe dieſen Uebergang von ſpäthigem Eiſenſtein in gelben Ocher ſehr deutlich in einigen Bergwerken geſehn. In jenem Eiſenſteine ſind Eiſen und Manganes im Minimum oxydirt und mit Kohlenſäure geſättigt; beide oxydiren ſich allmählich im Maximo und laſſen die Kohlenſäure fahren, welche ſie in dieſem Zuſtande nicht mehr zu binden vermögen.

*) Herr Prouſt erklärt ſie in den *Ann. de Chimie,* t. 49, für ein Eiſen-Hydrat; ſie geben in der Deſtillation nicht ein Atom von Gas, und alkaliſche Laugen, die man über ihnen kocht, entziehn ihnen nichts von ihrer Farbe. *Gilb.*

Schwefelkies durch Kunſt. *)

Daſs die Säuren, welche das *künſtliche Schwefeleiſen* willig auflöſen, auf *Schwefelkieſe* nicht dieſelbe Kraft äuſsern, kömmt daher, weil letztere ihrer Wirkung einen Ueberſchuſs an Schwefel entgegen ſetzen, denn man bisher den durch Kunſt erzeugten Schwefel-Eiſen nicht beizumiſchen vermochte. Ganz vor kurzem iſt mir dieſes durch einen Zufall gelungen. Um für mein Laboratorium Schwefel-Eiſen zu machen, hatte ich nach Gutdünken Eiſenfeile und Schwefel, zuſammen ungefähr 10 Unzen, in einen Tiegel gethan, glaubte aber, nach der Farbe zu urtheilen, zu wenig Schwefel genommen zu haben, fügte noch etwas hinzu, und gab aufs neue Rothglühehitze, doch ſo, daſs die Maſſe nicht ſchmolz. Als ich ſie nun mit einer verdünnten Säure verſuchte, war ich nicht wenig verwundert, kein Schwefel-Waſſerſtoffgas zu erhalten, auch nicht, wenn ich die Säure verſtärkte. Dies war der erſte Lichtſtrahl, der mich die Möglichkeit ſehen lieſs, Schwefelkieſe durch Kunſt zu bilden.

Ich verſuchte nun zuerſt, Schwefelkieſen von Soria, denen ich durch Deſtillation ihren Ueberſchuſs an Schwefel entzogen hatte, dieſen Ueberſchuſs wieder zu geben. Ich nahm zu dem Ende 400 Gran vom Rückſtande ſolcher deſtillirter Kieſe,

*) Aus der zweiten der oben erwähnten Abhandlungen. *Gilb.*

ſetzte ihnen Schwefel in unbeſtimmter Menge zu, that in eine zweite Retorte 400 Gran noch unveränderter Schwefelkieſe, die mir als Pyrometer dienen ſollten, um nicht bis zu dem Grade von Hitze zu ſteigen, bei welchem der Schwefel den Kieſen wieder entzogen wird, und brachte beide Retorten neben einander ins Feuer. Bei einem gewiſſen Grade von Hitze ſublimirte ſich der überflüſſig zugeſetzte Schwefel; dann ſtieg aber in beiden Retorten während einer vollen Stunde nicht der mindeſte Schwefeldampf auf. Der Schwefelkies fand ſich durch dieſen Prozeſs in der That regenerirt. Er war pulverulent; ein Zeichen, daſs kein freier Schwefel dabei geblieben war; ſonſt würde er teichig und nach der Retorte geſtaltet geweſen ſeyn. Seine Farbe hatte ſich, aus der dunkeln und ſchwärzlichen des künſtlichen Schwefel-Eiſens, in ein grünliches Gelb verwandelt, welches die Farbe des gepülverten Schwefelkieſes iſt; und das Gewicht deſſelben betrug 504 Gran; der deſtillirte Schwefelkies hatte alſo aufs neue ſo viel Schwefel mit ſich vereinigt, daſs dieſes 20 Procent von der ganzen Maſſe des regenerirten Kieſes betrug; gerade ſo viel Schwefel hatte aber, wie wir oben geſehn haben, der Kies von Soria bei der Deſtillation, an Schwefel verloren.

Schwefelſäure von 10° nach **Beaumé's** Senkwage, welche den deſtillirten Schwefelkies ſehr gut auflöſt, gab mit dieſem regenerirten Kies nur einige Unzen Schwefel-Waſſerſtoffgas; als ich ſie darüber

erhitzte, erhielt ich noch ein wenig Gas, dann aber blieb der Kies unverändert; und ob ich gleich das Kochen lange Zeit fortſetzte, ſo war es doch unmöglich, die Säure mit Eiſen zu ſättigen. *Salzſäure* von 12° verhielt ſich zu dem regenerirten Kieſe auf dieſelbe Art; es entſtand nur wenig Gas, das Pulver behielt ſeine Farbe und es löſte ſich nicht auf. Der natürliche Schwefelkies giebt, mit dieſen beiden Säuren behandelt, gar keine Spur von Gas; man muſs aber nicht vergeſſen, daſs die Kunſt ihrer Zuſammenſetzung nicht dieſelbe innige Aggregation und Dichtigkeit zu geben vermag, als die Natur, und dieſe Aggregation iſt eins der Haupthinderniſſe chemiſcher Wirkungen, wie Guyton und Fourcroy an der groſsen Schwierigkeit, die natürlichen Eiſen- und Zinn-Oxyde aufzulöſen, gezeigt haben.

Da dem natürlichen Schwefelkieſe immer einige fremdartige Theile, Thonerde, Kieſelerde, und häufig etwas Eiſenoxyd, beigemengt ſind, ſo laſſen ſich die wahren Verhältniſſe, wornach Eiſen ſich mit Schwefel im Minimo, und mit demſelben im Maximo verbindet, aus den vorigen Verſuchen nicht mit aller Genauigkeit ableiten. *) Um dieſes zu finden, habe ich folgende Verſuche angeſtellt.

*) Herr Prouſt iſt der Meinung, wie man das weiterhin umſtändlich von ihm ſelbſt erörtert, und gegen Hrn. Berthollet durchgeführt finden wird, daſs zwei Grundſtoffe, die ſich chemiſch verbinden, (die organiſchen Materien ausgenommen,) dieſes in der Regel nur nach einem oder höchſtens nach

Um reine Eiſenfeile zu erhalten, muſs man ſich nicht begnügen, ſie mit dem Magnete ausgezogen und in einer gut verſtopften Flaſche verwahrt zu haben; man muſs ſie noch eine geraume Zeit lang in einer gläſernen Retorte mäſsig erhitzen; ſie geben dann ein ſehr ammoniakaliſches Waſſer und ſelbſt ein ſalzſaures Salz, hat mein Geſchmack mich nicht getäuſcht. *)

Läſst man auf 100 Theile ſolcher Eiſenfeile, die man in einer Retorte bis zur dunkeln Rothglühehitze gebracht hat, Schwefelpulver fallen, ſo kommen ſie zu einem hellen Glühen, das ſelbſt den ältern Chemikern aufgefallen iſt; aber ſie verbinden ſich nicht alle damit, und nehmen daher nur um 20 bis 30 Theile an Gewicht zu. Man zerſtoſse das Produkt, vermiſche es nochmahls mit Schwefel, und bringe es zum Rothglühen; ſo erhält man nun eine Maſſe, die jedes Mahl 159 Theile wiegt. Wegen der fremd-

zwei, (ſehr ſelten nach drei,) verſchiedenen, feſten und unveränderlichen Verhältniſſen vermögen, nicht nach jedem beliebigen Verhältniſs, wie Herr Berthollet glaubte. Wenn er von Schwefelmetallen im Maximo und im Minimo ſpricht, ſo beziehn ſich dieſe Beſtimmungen ſtets auf den Schwefel, nicht auf das Metall: das heiſst, es werden Schwefelmetalle bezeichnet, in welchen mit dem Metalle der Schwefel in *gröſster Menge*, (im *Maximo*,) in *kleinſter Menge*, (im *Minimo*,) verbunden iſt. *Gilb.*

*) Dieſe Gegenwart der Salzſäure, ſelbſt bei ſorgfältig ausgeſonderter und aufbewahrter Eiſenfeile, verdient bemerkt zu werden, zur Warnung vor

artigen Beimiſchung beim Eiſen, glaube ich daher auf 100 Theile reinen Eiſens, 60 Theile Schwefel annehmen zu dürfen, die ſich damit vereinigen. Dieſe Maſſe iſt das *im Minimo* mit Schwefel verbundene Eiſen. Es kann ſchmeizen, ohne ſich zu verändern, und kömmt ſelbſt in der Retorte zum Schmelzen, wenn man Klavierdraht genommen hat. Es hat eine metalliſche, aber dunkle Farbe, die von der Goldfarbe der Kieſe weit entfernt iſt. Es iſt, mit Einem Worte, ganz das *Schwefel-Eiſen*, welches man zur Entbindung des Schwefel-Waſſerſtoffgas in den Laboratorien verfertigt.

Um das Verhältniſs zu entdecken, worin dieſes Schwefel-Eiſen Schwefel in Uebermaaſs zu binden vermag, wenn man nicht ſo ſtarke Hitze giebt, daſs letzterer wieder entführt wird, behandelte ich mit aller Vorſicht 200 Gran Eiſenfeile mit Schwefel. Ich

Trugſchlüſſen bei den jetzigen Verhandlungen über die Erzeugung der Salzſäure durch Galvanismus. Selbſt Berthollet war vor mehrern Jahren durch ſie zu dem Irrthume verleitet worden, Salzſäure erzeugt zu haben, bis ſich fand, daſs ſelbſt friſch bereitete Eiſenfeile nicht frei von Salzſäure war, (*Ann. de Chimie*, t. 39, p. 15.) Aus der Haut ſcheint ſich beſtändig ſalzſaures Natron abzuſcheiden; deſtillirtes Waſſer, das man in der hohlen Hand gehalten hat, oder in das man mehrmahls den Finger getaucht und etwas gedrückt hat, trübt ſalpeterſaures Silber. Bekanntlich wird beim Feilen des Eiſens die Feile, häufig auch das Eiſen mit den Händen berührt. *Gilb.*

erhielt 318 Gran Schwefel-Eiſen. Dieſes vermiſchte ich mit einem neuen Antheile Schwefel, und erhitzte ſie 1 Stunde lang neben einer zweiten Retorte mit natürlichen Kieſen; der deſtillirte Schwefel deſtillirte ſich über und ich erhielt einen *künſtlichen Schwefelkies*, der 378 Gran wog. Er kam pulverulent aus der Retorte; aller nicht gebundene Schwefel war alſo gewiſs übergeſtiegen. Die Farbe deſſelben war nicht ſchwärzlich, ſondern grünlich-gelb; er verhielt ſich zu den Säuren in allem gerade ſo, wie der oben beſchriebene wieder erzeugte Schwefelkies, und von den natürlichen Kieſen unterſchied er ſich in nichts, als in dem Mangel an Cohärenz der Theile, welchen die letztern durch das Kryſtalliſiren erhalten, das nur in flüſſigen Mitteln Statt findet.

Aus allem dieſem folgt, daſs das Eiſen auf 100 Theile 60 Theile Schwefel in einer ziemlich hohen Hitze zu binden und feſt zu halten vermag; dieſe Proportion macht das *Schwefel-Eiſen im Minimum* aus. Vermittelſt einer kleinern Hitze kann es wiederum halb ſo viel Schwefel mit ſich vereinigen, und es entſteht dann das *Schwefel-Eiſen im Maximum* oder mit 90 Theilen Schwefel auf 100 Theile Eiſen. Dieſes iſt nichts anderes als der *Schwefelkies* der Natur, nur daſs es die Cohärenz deſſelben nicht hat, ſonſt aber beſitzt es alle Eigenſchaften der Schwefelkieſe. Bringt man es in eine Hitze, welche zur Bildung der erſtern Art von Schwefel-Eiſen nöthig iſt, ſo verliert es ſeinen Ueberſchuſs

an Schwefel und wird zum Schwefel-Eiſen im *Minimum.* *)

Um allzu ſchwefelreiches Eiſen zur Bildung von Schwefel-Waſſerſtoffgas geſchickt zu machen, braucht man es nur mit der Hälfte des Gewichts an Eiſenfeile zu erhitzen, (ſ. S. 48.) Ein zweites Mittel, die Kieſe dazu fähig zu machen, iſt, daſs man ſie deſtillirt, um ihnen den Antheil an Schwe-

*) Das Reſultat dieſes ſynthetiſchen Verſuchs über die Beſtandtheile des künſtlichen Schwefelkieſes ſtimmt nicht mit den obigen Verſuchen mit natürlichen Schwefelkieſen überein. Dieſen letztern zu Folge verliert der Schwefelkies 20 Procent Schwefel in der Deſtillation, und der Rückſtand nimmt eben ſo viel Schwefel, als er verloren hatte, wieder an, wenn der Kies regenerirt wird. Dem hier erzählten Verſuche gemäſs enthielten dagegen 190 Theile Schwefelkies nur 30 Theile, alſo nur 16 Procent Schwefel mehr, als das Schwefel-Eiſen im Minimo; ein nicht unbedeutender Unterſchied, den ich mir daraus erkläre, daſs ein zweimahliges Erhitzen der Eiſenfeile mit Schwefel wahrſcheinlich nicht ausreicht, ſie durchgehends im *Maximo* mit dem Schwefel zu verbinden. Iſt dieſes richtig, (wie denn dafür die völlige Uebereinſtimmung der Reſultate der Deſtillation und der Regeneration der Schwefelkieſe ſpricht,) ſo giebt folgende kleine Gleichung $x = \frac{100 + 60 + x}{5}$ die wahre Menge Schwefels, welche das Schwefel-Eiſen im Maximo mehr, als das im Minimo enthält, = 40; und hiernach enthält Schwefel Eiſen im Maximo auf 100 Th. Eiſen 100 Th. Schwefel: ein Reſultat, welches die folgende Abhandlung völlig beſtätigt. *Gilb.*

ſel zu entziehen, auf welchem der Unterſchied zwiſchen Schwefel-Eiſen im Minimum und im Maximum beruht.

Bis jetzt haben wir im Mineralreiche das Schwefel-Eiſen im *Minimum* noch nicht gefunden. *) Denn auch im gelben Kupferkieſe, welcher eine Verbindung von zwei Schwefelmetallen iſt, befindet ſich das Eiſen ſtets im Maximum mit Schwefel verbunden. Auch vermögen nur die Säuren, welche den Ueberſchuſs an Schwefel oxygeniren, die Eiſen- und Kupferkieſe anzugreifen.

Umbraerde.

Iſt dieſe Erde ein Ueberreſt von Pflanzen, wie ſich nicht zweifeln läſst, ſo wird das durch ihre Zerlegung ſehr wohl beſtätigt. Denn ſie zeigt ſich als aus Eiſenoxyd und Manganesoxyd, beide im Maximum, aus Thonerde, Sand, u. ſ. w., zuſammen geſetzt. Was die Thonerde betrifft, ſo findet ſie ſich in der Aſche gewiſſer Hölzer in Menge. Ich habe ſie in groſser Menge in der Aſche des Oehlbaums und des Johannisbrodbaums gefunden. In der Aſche der grünen Eiche, im Spaniſchen *encina* genannt, habe ich phosphorſaure Kalkerde entdeckt.

*) Herr Prof. Prouſt hat es ſpäterhin, wie wir geſehen haben, in den Meteorſteinen gefunden, (*Ann.*, XXIV, 283,) und vor kurzem hat Herr Hatchett in London entdeckt, daſs der Mangetkies nichts anderes als ſolches Schwefel-Eiſen im Minimo iſt; davon in der folgenden Abhandlung. *d. H.*

(Die Fortſetzung im nächſten Hefte.)

IV.

Phyſikaliſche und chemiſche Unterſuchungen über den Magnetkies und Bemerkungen über verſchiedene Arten von Schwefel-Eiſen,

von

Charles Hatchett, Eſq., F.R.S. *)

Die Schwefelmetalle machen eine groſse Abtheilung der Mineralien aus. Unter ihnen iſt keines in der Natur häufiger und allgemeiner verbreitet als das Schwefel-Eiſen oder der ſo genannte *Schwefelkies*. Er kommt in ſeinen Varietäten in allen Tiefen und in allen Klimaten vor, in den Gebirgen älterer Formation, wie in den angeſchwemmten Erdlagern, und wird noch jetzt unter gewiſſen Umſtänden täglich auf naſſem Wege gebildet, wovon ich vor einigen Jahren der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften ein Beiſpiel vorzulegen die Ehre gehabt habe. **) Der Werth deſſelben, dem Gelde nach gerechnet, iſt zwar unbedeutend, wir haben aber alle Urſache, zu glauben, daſs er in den Operationen der Natur eine nicht unwichtige Rolle ſpielt.

*) Frei bearbeitet nach den *Philoſophical Transactions of the Roy. Soc. of London for* 1804, von *Gilbert.*

**) *Philoſ. Transact. for* 1798, p. 567.

Die verſchiedenen Arten und Varietäten des Schwefelkieſes ſind ſo allgemein bekannt und ſo oft beſchrieben, daſs ich ſie hier nicht aufzuzählen brauche. Eine Art derſelben zeichnet ſich durch eine ſtarke magnetiſche Polarität aus; ſie iſt zwar von den neuern Mineralogen beſchrieben, bis jetzt aber noch nicht regelmäſsig chemiſch zerlegt worden, ſo daſs es noch nicht ausgemacht war, ob man ſie für Schwefel-Eiſen, das an ſich magnetiſch iſt, oder für einen Kies, dem kleine Theile magnetiſchen Eiſens eingemengt ſind, zu nehmen habe.

Die deutſchen Mineralogen nennen dieſen Kies *Magnetkies.* Mehrentheils hat er eine Bronzefarbe, die ſich in ein blaſſes Vitriolroth zieht; hat Metallglanz; iſt von unebenem, meiſt grobkörnigem, manchmahl unvollkommen muſchlichtem Bruch; giebt einen gelblich-grauen Strich mit etwas Metallglanz; iſt brüchig und leicht zu zerſprengen, und iſt nicht ſehr hart, giebt aber doch am Stahle einige Funken, wiewohl mit Schwierigkeit.

Man fand den Magnetkies bisher nur in Norwegen, Schleſien, Baiern, und beſonders bei Geier, bei Meffersdorf und bei Breitenbrunn in Sachſen. Ich habe indeſs von Herrn Greville einige Stücke eines Kieſes erhalten, den ſein Bruder ungefähr im Jahr 1798 in Wales gefunden hat, und der in allen Merkmahlen auf das genaueſte mit dem Magnetkies von Breitenbrunn überein ſtimmt. Dieſer Kies findet ſich in Caernarvonſhire am Fuſse eines Berges Moel Aelia, wo er ein Lager bildet, das

einige Yards mächtig und tief ſeyn und von Nord nach Süd ſtreichen ſoll. Man baute dort ehemahls auf Kupfer; in der That ſitzt an den Stücken, die ich beſitze, etwas gelbes Kupfererz. Das Geſtein, welches dieſen Magnetkies begleitet, iſt eine Art Topfſtein, von blaſſer gräulich-grüner Farbe; es enthält nette kubiſche Kryſtalle von gewöhnlichem Schwefelkies.

Dieſer Kies iſt ſo *magnetiſch*, daſs ein Stück deſſelben, 2 Kubikzoll groſs, aus einer Entfernung von 4 Zoll auf eine 3 Zoll lange Magnetnadel wirkt. Das Pulver des Kieſes, (welches ſchwärzlich-grau iſt und einigen Metallglanz hat,) wird von einem gewöhnlichen Magnet angezogen, aber nicht der Kies ſelbſt. Auch wirkt dieſer nicht auf Eiſenfeile, es ſey denn, daſs man ihn eine Zeit lang zwiſchen zwei Magnetſtäben erhalten habe; dann aber zieht er Eiſenfeile an, hebt ſie auf, treibt die Magnetnadel rund umher und ſcheint dieſe erhöhte Kraft fortdauernd zu behalten. In meinen Stücken war allgemein der Nordpol der ſtärkſte.

Nach dem Anſehen der Theile zu urtheilen, welche der Witterung ausgeſetzt geweſen ſind, kann ſich der Magnetkies oxydiren, aber nicht vitrioliſiren. Sein ſpecifiſches Gewicht, bei 65° F. beſtimmt, iſt 4,518. Vor dem Löthrohre ſtöſst er einen Geruch nach ſchwefliger Säure aus, und ſchmilzt in ein Kügelchen, das faſt ſchwarz iſt und vom Magnet gezogen wird. Grob gepulvert drei Stunden lang in einer irdenen Retorte der Roth-

glühehitze ausgeſetzt, hatte er faſt nichts an Gewicht verloren, und in die Vorlage war nicht der geringſte Schwefel übergegangen; ſie roch aber ſtark nach ſchwefliger Säure. Selbſt als der gepulverte Kies in einer flachen Porzellänſchale 4 Stunden lang unter einer Muffel rothglühend erhalten wurde, verlor er nur einen Theil ſeines Schwefels, nämlich 13,5 Procent, wodurch ſeine Farbe dunkelgrau wurde, ins Dunkelroth ſpielend.

Verdünnte *Schwefelſäure* löſt den Magnetkies zum Theil auf, unter ſchwachem Aufbrauſen, und ſehr merklichem Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoffgas. Die Auflöſung iſt ſehr blaſsgrün. Ammoniak giebt damit einen dunkelgrünen Niederſchlag, der allmählig ſchwarz, dann ochergelb wird; und blauſaures Kali giebt einen weiſsen Niederſchlag, der nur mit etwas Blau vermengt iſt, an der Luft aber allmählig die volle Intenſität der Farbe des Berlinerblau annimmt. Alles dieſes ſind Beweiſe, daſs das Eiſen in der Auflöſung ſich dem gröſsten Theile nach im Minimo der Oxydirung befindet, und daſs folglich das Eiſen im Magnetkieſe ſelbſt in völligem Metallzuſtande iſt, oder wenigſtens dieſem Zuſtande ſehr nahe kommt.

Salpeterſäure vom ſpec. Gewichte 1,38, die mit gleichen Theilen Waſſer verdünnt worden, wirkt auf den Magnetkies anfangs nur wenig; nimmt man aber Wärme zu Hülfe, ſo wird er unter ſtarkem Aufbrauſen und mit Entbindung von Salpetergas

aufgelöſt; doch iſt das Aufbrauſen ſo ſtark nicht, als wenn man gewöhnliche Schwefelkieſe auf dieſe Art behandelt. Auch verdient bemerkt zu werden, daſs, wenn das Digeriren nicht zu lange dauert, eine bedeutende Menge Schwefel ſich in Subſtanz abſcheidet, während die gewöhnlichen Schwefelkieſe hierbei kaum irgend etwas Schwefel abſetzen; und doch werde ich ſogleich zeigen, daſs die letztern wirklich mehr Schwefel in ſich enthalten, als der erſtere.

Wenn man *Salzſäure* auf den gepulverten Magnetkies gieſst, ſo entſteht ſogleich ein leichtes Aufbrauſen, welches, wenn man Wärme zu Hülfe nimmt, auſserordentlich zunimmt; das Gas, das ſich entbindet, iſt allen Merkmahlen zu Folge Schwefel-Waſſerſtoffgas. Dabei ſetzt ſich Schwefel ab, der einen kleinen Theil des Kieſes ſo einhüllt, daſs er ihn gegen die weitere Einwirkung der Säure ſchützt. Die Auflöſung iſt blaſs-gelblichgrün, und giebt mit blauſaurem Kali und mit Ammoniak dieſelben Niederſchläge als die ſchwefelſaure Auflöſung.

Chemiſche Analyſe.

Um den Magnetkies chemiſch zu zerlegen, übergoſs ich 100 Gran deſſelben, die zu einem feinen Pulver gerieben waren, in einem gläſernen Kolben, der in einem Sandbade ſtand, mit 2 Unzen Salzſäure. Was ſich nicht auflöſte, wurde nochmahls mit 2 Unzen Salzſäure und 1 Unze Salpeterſäure dige-

rirt. Hierbei ſchied ſich *reiner Schwefel* ab, der nach dem Trocknen 14 Gran wog.

Beide Auflöſungen goſs ich zuſammen, fügte noch etwas Salpeterſäure hinzu, und kochte alles eine geraume Zeit lang, um die Oxydirung des Eiſens zu beſördern. Darauf wurde Ammoniak zugeſetzt, und der erhaltene Niederſchlag erſt mit Kalilauge gekocht, dann aber ausgeſüſst, getrocknet und mit Wachs in einem bedeckten Porzelläntiegel roth geglüht. Der Magnet zog dieſes Eiſenoxyd nun durchgängig, es wog 80 Gran. Die Kalilauge zeigte, mit ſalzſaurem Ammoniak geprüft, keine Spur von Thonerde.

Die Flüſſigkeit, aus der das Eiſen durch Ammoniak niedergeſchlagen worden war, wurde ſo lange mit ſalzſaurem Baryt verſetzt, bis ſie ſich damit nicht mehr trübte. Den Niederſchlag digerirte ich mit etwas ſtark verdünnter Salzſäure, wuſch ihn, und ſetzte ihn einige Minuten lang einer ſchwachen Rothglühehitze in einem Platintiegel aus, er wog 155 Gran. Nach den Unterſuchungen von Chenevix enthalten 155 Gran ſchwefelſauren Baryts 22,5 Gran Schwefel. *) Fügt man hierzu die zuvor erhaltenen 14 Gran; ſo beträgt die geſammte Menge des *Schwefels* in den 100 Gran des Magnetkieſes 36,5 Gran.

*) Siehe *Annalen*, XIII, 166. Nach den Beſtimmungen Klaproth's, (*Allg. Journ. d. Chem.*, B. 5, S. 518,) 21,7. *Gilb.*

Das Eiſen in dieſen 100 Gran wog, im Zuſtande des ſchwarzen Oxyds 80 Gran; Schwefel und Eiſenoxyd zuſammen genommen alſo 116,5 Gran. Dieſe Zunahme an Gewicht iſt ein Beweis, daſs das Eiſen im Magnetkieſe als reguliniſches Metall und nicht als Oxyd vorhanden iſt, und erſt während der Analyſe oxydirt wird; oder daſs es wenigſtens dem reguliniſchen Zuſtande ſehr nahe kömmt. Daher beträgt die wahre Menge des *Eiſens* in 100 Gran des Magnetkieſes 80—16,5, das iſt, 63,5 Gran.

Ich wiederhohlte dieſe Analyſe, nur mit dem Unterſchiede, daſs ich 100 Gran Magnetkies ſo lange in Salpeterſäure digerirte, bis aller Schwefelkies ſich in Schwefelſäure verwandelt hatte. Nachdem das Eiſen durch Ammoniak abgeſchieden worden war, gab ſalzſaurer Baryt 245 Gran Niederſchlag, welcher nach Chenevix's Beſtimmungen nahe 36 Gran Schwefel enthalten muſste; ein Reſultat, welches die vorige Analyſe ſehr gut beſtätigt. Nach der gänzlichen Acidifirung des Schwefels blieb jetzt ein wenig Quarz zurück.

Nach Lavoiſier und Prouſt verbinden ſich mit 100 Theilen Eiſen 37 Theile Sauerſtoff, wenn es ſich in ſchwarzes Oxyd verwandelt; *) und das ſchwarze

*) Herr Hatchett erhielt aus 100 Gran feinen Klavierſaitendrahts, wenn er ihn in Salzſäure auflöſte, mit Ammoniak niederſchlug, ausſüſste, und, mit etwas Wachs bedeckt, in einem Tiegel roth glühte, in

ſchwarze Oxyd enthält alſo 27 Procent Sauerſtoff. Auf 80 Gran dieſes Eiſenoxyds kommen daher 21,6 Gran Sauerſtoff, und hiernach müſste die wahre Menge des Eiſens im Magnetkieſe 58,4 Gran geweſen ſeyn. Die 5,1 Gran Ausfall gegen die vorige Beſtimmung, rühren wahrſcheinlich daher, daſs 5,1 Theile Sauerſtoff entweder mit einem Theile oder mit der ganzen Maſſe des Eiſens verbunden waren. *)

Ich habe mehrere Varietäten des gemeinen Schwefelkieſes ganz nach derſelben Methode zerlegt, das heiſst, ihren Schwefel durch Salpeterſäure acidifirt und durch ſalzſauren Baryt niedergeſchlagen, wobei ich Sorge trug, nur die innern Theile des Kieſes, und keine ſolchen zu nehmen, welche ſchon zerſetzt, oder mit fremdartigen Theilen vermiſcht zu ſeyn ſchienen. Was übrig blieb, wenn der Schwefel von der ganzen analyſirten Maſſe abgezogen würde, nahm ich für reguliniſches Eiſen; und damit ſtimmte die Menge des ſchwarzen Eiſenoxyds, welches jede einzelne Analyſe gab, bis auf wenige Bruchtheile überein. Das Eiſen in dieſen

in der Regel 139 bis 140 Gr. ſchwarzen Eiſenoxyds, weil an der Oberfläche etwas Eiſen ſich im Maximo, bis zum braunen Oxyd, oxydirte. *Gilb.*

*) Etwas Schwefel ging im Schwefel-Waſſerſtoffgas mit fort; in den Schwefelkieſen fand Herr Prouſt, (ſ. S. 52,) ſtets einige fremdartige Theile: Thonerde, Kieſelerde und häufig etwas Eiſenoxyd. *Gilb.*

Schwefelkieſen iſt daher völlig reguliniſch. Nach dieſen Verſuchen

	enthalten in 100 Theilen
Dodecaedriſcher Schwefelkies mit fünfeckigen Seitenflächen; ſpecifiſches Gewicht 4,830	Schwefel 52,15 Th. Eiſen 47,85
Schwefelkies in Geſtalt geſtreifter Würfel	Schwefel 52,5 Eiſen 47,5
Schwefelkies in glatten polirten Würfeln aus dem Topfſteine, der den Magnetkies in Wales begleitet; ſpec. Gew. 4,831	Schwefel 52,7 Eiſen 47,3
Strahlkies; ſpecifiſches Gewicht 4,698	Schwefel 53,6 Eiſen 46,4
Strahlkies, eine kleinere Varietät; ſpec. Gewicht 4,775	Schwefel 54,34 Eiſen 45,66

Bei der Verſchiedenheit der Figur, des Glanzes und der Farbe dieſer Schwefelkieſe hatte ich erwartet, eine viel gröſsere Verſchiedenheit in dem Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile zu finden; da dieſes alles Reſultate aus mehrern Verſuchen ſind, ſo läſst ſich an der Richtigkeit der Beſtimmungen nicht zweifeln.

Ihnen zu Folge enthalten dieſe zerlegten Schwefelkieſe im Mittel 53,24 Theile Schwefel in 100 Theilen. Die kubiſch und dodecaedriſch kryſtalliſirten ſcheinen ein klein wenig Schwefel weniger als die Strahlkieſe, und etwas Eiſen mehr als ſie zu enthalten. Der Magnetkies hat in 100 Theilen nur 36,5 oder 37 Theile Schwefel. *) Der Magnetkies

*) Klaproth's Beſtimmung der Beſtandtheile des ſchwefelſauren Baryts zu Folge, erſterer im Mittel

iſt folglich als Schwefeleiſen weſentlich verſchieden von den gewöhnlichen Schwefelkieſen; und wir werden gleich ſehen, daſs ein Schwefel-Eiſen von dieſem Verhältniſſe der Beſtandtheile, bis jetzt als Produkt der Natur noch unbekannt war.

Ein ſo gemeines Mineral der Schwefelkies auch iſt, ſo kennt man ſeine wahre Natur doch noch nicht ſehr lange. Agricola, deſſen mineralogiſche Kenntniſſe für ſeine Zeit ausnehmend groſs waren, wuſste nicht, daſs er Eiſen enthält; dies lehrte, wie Henkel angiebt, zuerſt unſer Landsmann, Martin Liſter, Mitglied dieſer Societät, welcher ſagt: „*Pyrites purus putus ferri metallum eſt.*" Seit Henkel haben ſich die Chemiker um den Schwefelkies wenig bekümmert, bis vor einigen Jahren der gelehrte Profeſſor der Chemie zu Madrit, Herr Prouſt, ſeine beiden Abhandlungen über die Schwefelmetalle, und das Schwefel-Eiſen insbeſondere, bekannt gemacht hat. Ihnen zu Folge giebt es zwei verſchiedene Verbindungen des Eiſens mit dem Schwefel. In 100 Theilen enthält

die 1ſte	37,5 Th. Schwefel 62,5 Th. Eiſen	die 2te	47,36 Th. Schwef. 52,64 Th. Eiſen

Jene iſt Schwefel-Eiſen im *Minimum*, dieſe im *Maximum* mit Schwefel verbunden. Die erſte Miſchung iſt die des künſtlichen Schwefel-Eiſens, welches man in den Laboratorien zur Entbindung von Schwefel-

nur 49,57, letzterer 35,7 Theile Schwefel, welches auf 100 Theile Eiſen, in erſterm 99 Theile, in letzterm 56 Theile Schwefel giebt. *Gilb.*

Waſſerſtoffgas bereitet; ihr Verhältniſs iſt unveränderlich, und man hat ſie nach Herrn Prouſt *im Mineralreiche noch nicht entdeckt*. Die zweite Miſchung iſt die der Schwefelkieſe; in ihr kann etwas Schwefel mehr oder weniger vorkommen. [Vergl. S. 47, Anm.] Beide unterſcheiden ſich weſentlich von einander durch ihre äuſsern Charaktere und durch ihr chemiſches Verhalten. *)

An dieſe Reſultate der Arbeiten des Herrn Prouſt ſchlieſsen ſich die Reſultate der gegenwärtigen Unterſuchung auf das ſchönſte an. Auch der Magnetkies unterſcheidet ſich weſentlich von den Schwefelkieſen durch Farbe und Härte, durch ſeine Auflöslichkeit in Schwefel- und in Salzſäure unter ſtarker Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas; dadurch, daſs er in 100 Theilen nur 36 oder 37 Theile Schwefel enthält: alles Eigenſchaften, worin er völlig mit dem künſtlichen Schwefel-Eiſen

*) Dieſes ſtatt des weitläufigen und vollſtändigen Auszugs, welchen Herr Hatchett aus den Abhandlungen giebt, die ich dem Leſer im vorigen Aufſatze vorgelegt habe. Daſs Herr Prouſt ſich bei Beſtimmung der Beſtandtheile der Schwefelkieſe geirrt hat, und daſs ſeinen eignen Verſuchen zu Folge, das Schwefel-Eiſen im *Maximo* in 100 Theilen 50 Th. Schwefel und 50 Th. Eiſen enthält, habe ich S. 56 Anm. gezeigt. Herrn Hatchett's Analyſe giebt nahe daſſelbe, (S. 66 Anm.,) und Herrn Prouſt's beide Verſuche S. 45 zeigen, daſs hier bei ihm nicht auf eine Genauigkeit bis auf ein Hundertel zu rechnen iſt. *Gilb.*

übereinſtimmt. Offenbar iſt alſo der Magnetkies von einerlei Art mit dieſem Schwefel-Eiſen, welches man bisher noch nicht in der Natur aufgefunden hatte, und für ein bloſses Produkt unſrer Laboratorien hielt.

Um mich hiervon auch durch eigene Anſicht zu überzeugen, bildete ich künſtliches Schwefel-Eiſen aus Schwefel und feinem Eiſendraht, die ich zuſammen ſchmelzte. Es kam in allen charakteriſtiſchen Eigenſchaften mit dem Magnetkieſe überein; und als ich es in Schwefelſäure oder Salzſäure auflöſte, ſchlügen Ammoniak und blauſaures Kali daraus das Eiſen genau mit derſelben Farbe, als aus den Auflöſungen des Magnetkieſes nieder. Das ſpecif. Gewicht war 4,39; das des Magnetkieſes 4,518.

Ganz unſtreitig iſt alſo der Magnetkies natürliches Schwefel-Eiſen von vollkommen gleicher Art wie das, welches bisher nur als ein Produkt der Kunſt bekannt war.

Magnetismus.

Noch iſt indeſs, um völlige Ueberzeugung zu bewirken, eine Frage zu beantworten, nämlich: in wie weit beide, der Magnetkies und das künſtliche Schwefel-Eiſen, in der Eigenſchaft übereinſtimmen, den Magnetismus anzunehmen und zurück zu behalten.

Die Schwefelkieſe ſo gut als der Magnetkies, enthalten, wie wir geſehen haben, das Eiſen regulinisch, und zwar in ſehr bedeutender Menge. Und

doch habe ich ſie auf die Magnetnadel nie im mindeſten wirken ſehen, finde dieſes auch in keinem einzigen Werke bemerkt. Folglich ſchien der Schwefel das metalliſche Eiſen unfähig zu machen, auf den Magnet zu wirken, oder magnetiſche Polarität anzunehmen. Allein der Magnetkies, welcher 36,5 bis 37 Procent Schwefel dem reguliniſchen Eiſen chemiſch beigemiſcht enthält, (und nichts weniger als Schwefelkies mit eingeſprengtem Magneteiſen iſt,) beſitzt, wie wir geſehen haben, alle magnetiſche Eigenſchaften, welche man bisher in bedeutendem Grade nur den bekannten Magnet-Eiſenerzen eigen glaubte. Dieſes merkwürdige Verhalten veranlaſste mich, folgende Verſuche über den *Einfluſs* anzuſtellen; *welchen Schwefel auf die Fähigkeit des metalliſchen Eiſens, zum Magnet zu werden, ausübe.*

Ich bereitete aus feinem Eiſendraht, der mit einer groſsen Menge Schwefel in mäſsiger Rothglühehitze erhalten wurde, künſtliches Schwefel-Eiſen. Im Innern waren die Farbe und der Glanz deſſelben denen des Magnetkieſes nicht unähnlich. Nachdem die Maſſe wenige Stunden zwiſchen zwei Magnetſtäben erhalten worden war, äuſserte ſie eine ſo ſtarke Polarität, daſs ſie die Nadel durch Anziehen, wie durch Abſtoſsen ringsum im Kreiſe trieb; und obſchon es mehrere Wochen her iſt, daſs dieſe Maſſe ſich ſelbſt überlaſſen liegt, ſo hat ſich ihre magnetiſche Kraft ſeitdem nur wenig verringert. Doch hat ſie, gleich dem Magnetkieſe in ſeinem natür-

lichen Zuſtande, nicht Kraft genug, Eiſenfeile anzuziehen und aufzuheben. — Gerade auf dieſelbe Art verhielt ſich eine zweite Maſſe künſtlichen Schwefel-Eiſens.

Ich pulverte nun etwas von dieſem Schwefel-Eiſen, vermiſchte es mit viel Schwefel und deſtillirte es in einer Retorte, indem ich die Hitze ſo verſtärkte, daſs endlich die ganze Kugel der Retorte roth glühte. Hierdurch hatte zwar das gepulverte Schwefel-Eiſen ſehr nahe das Anſehen von gepulvertem Schwefelkies angenommen; in ſeinen chemiſchen Eigenſchaften, (der Auflöslichkeit in Salzſäure unter Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas und in der Natur der Niederſchläge mit Ammoniak und blauſaurem Kali,) glich es aber noch völlig dem Magnetkieſe; auch fand ſich bei der Analyſe, daſs es 0,35 Schwefel und 0,65 Eiſen enthielt. Der Magnet zog das Pulver ſehr ſtark an; auch aus andern Umſtänden lieſs ſich ſchlieſsen, daſs es in der Fähigkeit für den Magnetismus nichts verloren habe.

Hieraus iſt alſo offenbar, daſs 35 bis 37 Procent Schwefel, die mit Eiſen chemiſch verbunden ſind, das Eiſen nicht hindern, zum Magnet zu werden, und ſolches zu bleiben.

Schwarzes Eiſenoxyd verbindet ſich mit Schwefel durch ein einmahliges Schmelzen nicht ſo gut als Eiſenfeile. Ein zweites Schmelzen verwandelt aber die Maſſe in ein Schwefel-Eiſen, welches im Aeuſsern und in ſeinem chemiſchen und magnetiſchen

Verhalten völlig mit dem eben beſchriebenen Schwefel-Eiſen überein ſtimmt. Offenbar reducirt ſich alſo das Eiſen in dieſem Prozeſſe allmählig, und es wird durchgehends, oder wenigſtens dem gröſsten Theile nach, völlig reguliniſch. Faſt eben ſo verhielt ſich feiner grauer Eiſenglanz aus Schweden.

Ich hatte 50 Gran gepulverten Magnetkieſes mit 150 Gran Schwefel in einer Retorte der Deſtillation unterworfen, bis die Kugel mäſsig roth glühete. Der Kies wog nun 54,4 Gran, hatte ſich alſo mit 9 Procent Schwefel verbunden, und beſtand daher in 100 Theilen aus 45,5 oder 46 Th. Schwefel. *) Das Pulver war grünlich-gelb, dem des gewöhnlichen Schwefelkieſes ſehr ähnlich. Es löſte ſich zwar in Salzſäure zum Theil auf, gab dabei aber gar kein Schwefel-Waſſerſtoffgas; die Niederſchläge durch Ammoniak und blauſaures Kali waren ganz dieſelben wie vom Magnetkies. Ungeachtet das deſtillirte Pulver ſich noch mit 9 Procent Schwefel verbunden hatte, ſo wurde es doch noch *durchgehends von einem Magnete angezogen und aufgehoben.* Es iſt allerdings auffallend, daſs dieſer Kies, der 45 bis 46 Procent Schwefel enthielt, vom Magnet noch aufgehoben wurde, während die Schwefelkieſe, die

*) Das Eiſen war alſo noch nicht durchgehends mit Schwefel im *Maximo* verbunden, wodurch meine Vermuthung, S. 56, Anm., zur Gewiſsheit wird. Auch ſcheint auf dieſem Umſtande die magnetiſche Eigenſchaft deſſelben, die Herrn Hatchett ſo ſehr auffallend iſt, zu beruhen. *Gilb.*

ebenfalls regulinisches Eiſen, aber 52 Procent Schwefel enthalten, auf die Magnetnadel keine merkliche Wirkung äuſsern. Wir müſſen indeſs hieraus ſchlieſsen, daſs die Empfänglichkeit des Eiſens für magnetiſche Wirkungen, durch Beimiſchung von Schwefel erſt dann zerſtört wird, wenn der Antheil an Schwefel eine beſtimmte Gränze überſteigt, und daſs dieſes bei 46 Procent Schwefel noch ſehr wenig oder gar nicht, dagegen bevor der Schwefel auf 52 Procent ſteigt, vollſtändig der Fall iſt. Die genaue Gränze habe ich bis jetzt noch nicht durch Verſuche aufgefunden. *)

In Hinſicht auf die Empfänglichkeit des Eiſens für den Magnetismus ſcheint Schwefel eben ſo als

*) Ein ſolcher plötzlicher Sprung in Null, ohne allmähliges Verſchwinden würde in der That an das Wunderbare gränzen; allein in dieſer Folgerung ſcheint ſich Herr Hatchett zu irren. Daſs der natürliche Schwefelkies keiner magnetiſchen Wirkung empfänglich iſt, kann zweierlei Gründe haben; *Einmahl* kann wirklich alle magnetiſche Eigenſchaft im Eiſen, das mit gleichen Theilen Schwefel chemiſch verbunden iſt, erlöſchen; Hrn. Hatchett's künſtliches Schwefelkiespulver iſt aber eine Mengung von Schwefel-Eiſen im *Minimo* und im *Maximo*. *Oder*: es könnte der Zuſtand der Aggregation ſeyn, der das künſtliche Kiespulver eben ſo für die Einwirkung des Magnets, wie für die Wirkung der Salzſäure empfänglich gemacht hätte, indeſs den natürlichen Schwefelkieſen ihr Aggregationszuſtand für beide die Empfänglichkeit benähme. *Gilb.*

Kohlenſtoff zu wirken. Weiches Eiſen nimmt, wie bekannt, den Magnetismus ſehr ſchnell an, vermag ihn aber nicht ſo zurück zu behalten, daſs es zum Magnete werden könnte. Soll dieſes geſchehen, ſo muſs dem Eiſen ein gewiſſer Antheil Kohlenſtoff beigemiſcht ſeyn, durch den es hart und ſpröde wird, oder mit andern Worten, es muſs zum Stahle werden. Eben ſo hat die brüchige Maſſe, welche durch Verbindung des Eiſens mit Schwefel entſteht, ſie ſey von der Natur oder durch Kunſt gebildet, die Fähigkeit, die magnetiſche Kraft zurück zu behalten, und als ein vollkommener Magnet zu wirken.

Dieſes veranlaſste mich, auch die Wirkung des *Phosphors* in dieſer Hinſicht zu unterſuchen, beſonders da ich bei Herrn Pelletier *) fand, daſs der Magnet das Phosphoreiſen anzieht. Ich brachte daher Eiſendraht in einem Tiegel zum mäſsigen Rothglühen, und warf klein geſchnittene Phosphorſtückchen darauf. Es erſchien die bekannte glänzend weiſse Flamme, das Eiſen ſchmolz ſogleich, und verwandelte ſich vollſtändig in ein weiſses, ausnehmend ſprödes und hartes Phosphoreiſen, das auf dem Bruche ſtreiſig ſchien (*with a ſtriatet grain*). Der Magnet zog die Stückchen deſſelben mächtig an, und nachdem ich 2 oder 3 der gröſsten Stücke wenige Stunden zwiſchen Magnetſtäben erhalten hatte, fand ich zu meiner Freude, daſs ſie

*) *Annales de Chimie*, t. 13, p. 114.

kräftige Magnete geworden waren, die nicht nur die Magnetnadel durch Anziehung oder Abſtoſsung in die Runde umher trieben, ſondern auch Eiſenfeile und kleine Stückchen ſehr feinen Klavierdrahts aufhoben. Noch jetzt, nach 3 Wochen, haben ſie ihre volle Kraft, welche die Magnete ihnen mitgetheilt hatten.

Die drei verbrennlichen Körper, *Kohlenſtoff*, *Schwefel* und *Phosphor*, die in ihrer chemiſchen Wirkung auf das Eiſen in mancher Hinſicht einander ähnlich ſind, kommen alſo auch darin überein, daſs ſie das Eiſen fähig machen, die Kraft des Magnetiſmus zurük zu behalten. Doch hiervon mehr in den Schluſsbemerkungen.

Reſultate.

1. Der *Magnetkies*, den man bis jetzt nur in Sachſen und an wenig andern Orten gefunden hatte, iſt auch ein brittiſches Mineral. Er bildet in Carnarvonſhire ein Lager von bedeutender Länge, Mächtigkeit und Teufe.

2. Seine Beſtandtheile ſind Schwefel und metalliſches Eiſen. Vom erſtern enthält er in 100 Theilen 36,5 oder 37, vom letztern 63,5 oder 63 Th.

3. Die phyſiſchen und chemiſchen Eigenſchaften deſſelben ſind weſentlich verſchieden von denen der *Schwefelkieſe*, obſchon auch ſie Verbindungen von Schwefel und metalliſchem Eiſen ſind, und zwar im Mittel in 100 Theilen, von $53\frac{1}{4}$ Th. Schwefel mit $46\frac{3}{4}$ Th. metalliſchen Eiſens.

4. Der Magnetkies ſtimmt in ſeinen Beſtandtheilen, und in allen chemiſchen und phyſiſchen Eigenſchaften mit dem *Schwefel-Eiſen* überein, welches bisher allein als ein Produkt der Kunſt bekannt war. Beide ſind daher unbezweifelt Körper von derſelben Art, und wir ſind berechtigt, mit Herrn Prouſt zu ſchlieſsen, daſs das Verhältniſs ihrer Miſchung von einem conſtanten Geſetze abhängt, dem die Bildung derſelben auch in der Natur, auf naſſem Wege, unterworfen iſt.

5. Bei der Bildung der gewöhnlichen Schwefelkieſe findet eine Abweichung von dieſem Geſetze Statt; der Schwefel wird der vorwaltende Beſtandtheil, ſeine Menge iſt aber variabel. In dem von mir zerlegten überſtieg er nicht 54,34 Procent, doch iſt es ſehr möglich, daſs er in andern noch nicht analyſirten Schwefelkieſen noch in gröſserer Menge vorhanden iſt. *)

6. Schwefel-Eiſen, natürliches und künſtliches mit 36,5 bis 37 Procent Schwefel, iſt des Magnetismus fähig und behält denſelben zurück, ſo daſs es in jeder Hinſicht bleibend zum Magnete wird. Daſſelbe läſst ſich faſt eben ſo von künſtlichem Schwefel-Eiſen behaupten, welches 45,5 Procent Schwefel enthält.

7. Ueber dieſe Gränze von 45,5 oder 46 Procent hinaus, (im natürlichen Schwefelkieſe,) ſcheint

*) Dieſe Ausſagen ſind minder richtig als die unter den vier vorher gehenden Nummern. S. S. 68, Anmerk. *Gilb.*

alle Empfänglichkeit für magnetiſche Einflüſſe zerſtört zu ſeyn. Die genaue Gränze, wobei dieſes Statt findet, iſt zwar noch nicht durch Verſuche bekannt, aber doch iſt es gewiſs, (?) daſs dieſe Gränze zwiſchen 45,5 und 52,15 Procent liegt; es ſey denn in den gewöhnlichen Schwefelkieſen ſey der Zuſtand des Schwefels oder des Eiſens auf eine unbekannte Art verändert worden. *)

8. So wie Kohlenſtoff in ſeiner Verbindung mit Eiſen (zu Stahl) das Eiſen fähig macht, bleibend zum Magnet zu werden; ſo thut dieſes auch nicht nur ein gewiſſer Antheil Schwefel, ſondern auch ein gewiſſer Antheil Phosphor. Phosphor-Eiſen wird zu den mächtigſten Magneten, wenigſtens zu ſtärkern als das Schwefel-Eiſen.

9. Kohlenſtoff, Schwefel und Phosphor kommen alſo auch in dieſer ihrer Wirkung auf das Eiſen, wie in ſo manchen chemiſchen überein, und man muſs auſser dem Stahle, (kohlenſtoffhaltigem Eiſen,) auch gewiſſe Arten Schwefel-Eiſen und Phosphor-Eiſen als Körper aufführen, welche einer ſtarken Mittheilung des Magnetismus vorzüglich empfänglich ſind.

Einige Bemerkungen.

1. Ich habe durch meine chemiſchen Analyſen bis jetzt keinen allmähligen Uebergang vom Magnet-

*) Man vergl. die Anmerkungen S. 72 und 73. **Gilb.**

kieſe zu den Schwefelkieſen entdecken können. Erſterer enthält 36,5 oder 37 Procent Schwefel. Die geringſte Menge Schwefel, welche ich in den letztern gefunden habe, beträgt 52,15, die gröſste Menge 54,34 Procent, ſo verſchieden an Geſtalt, Glanz, Farbe und Härte auch die Schwefelkieſe waren, welche von mir zerlegt worden ſind.

Herr Prouſt ſcheint ſeine Behauptung, daſs die Schwefelkieſe genau um die Hälfte Schwefel mehr, als das Schwefel-Eiſen im Minimum enthalten, — dieſes auf 100 Th. Eiſen 60 Th., (37,5 Procent,) jene 90 Theile, (47,36 Procent,) Schwefel, — auf Reſultate zu gründen, welche ihm ſeine ſynthetiſchen Verſuche auf trockenem Wege gegeben haben. Bedenkt man indeſs, wie ſchwer hohe Grade von Temperatur ſich reguliren laſſen, und welch eine Menge von Veränderungen in der relativen Ordnung der Verwandtſchaften in der Regel durch Veränderungen der Grade der Hitze entſtehen müſſen, ſo können wir, wie es mir däucht, uns nicht mit völliger Gewiſsheit auf ſynthetiſche Verſuche, die auf trockenem Wege gemacht ſind, verlaſſen, wofern ſie nicht durch analytiſche Verſuche mit denſelben Subſtanzen controllirt und berichtigt werden. Aus den beiden Aufſätzen des Herrn Prouſt geht aber nicht hervor, daſs er in Hinſicht der Analyſe mehr gethan, als den kubiſchen und octaëdriſchen Schwefelkies, der ſich bei Soria findet, der Deſtillation unterworfen hat. Er erhielt aus ihm 20 Procent Schwefel; und da der

Rückſtand die Eigenſchaften des gemeinen Schwefel-Eiſens der Laboratorien beſaſs, ſo ſchloſs er, daſs der in der Deſtillation erhaltene Schwefel der Ueberſchuſs über den ſey, welcher zur Bildung des Schwefel-Eiſens erfordert wird. Er beſtimmte daher auf ſynthetiſchem Wege die Zuſammenſetzung dieſes Schwefel-Eiſens, und fand in 100 Theilen deſſelben 37,5 Schwefel und 62,5 Eiſen, oder auf 100 Theile Eiſen 60 Theile Schwefel. Späterhin bildete er aus 200 Gran Eiſenfeile 318 Gran dieſes Schwefel-Eiſens, und aus dieſen 378 Gran einer Subſtanz, welche in allem, bis auf die Dichtigkeit, mit den gemeinen Schwefelkieſen überein ſtimmte.

Es iſt indeſs zu bedauern, daſs Herr **Prouſt** die Schwefelkieſe von Soria und ihren Rückſtand nach der Deſtillation keiner regelmäſsigen Analyſe unterworfen hat. Denn, wofern ſie nicht von ganz anderer Art als die ſind, welche ich unterſucht habe, ſo würde er höchſt wahrſcheinlich den Antheil an Schwefel gröſser gefunden haben, als er ihn für alle natürliche Schwefelkieſe angiebt. Dieſes iſt wenigſtens ſehr wahrſcheinlich, wenn man zugiebt, daſs die meiſten oder alle Schwefelkieſe auf naſſem Wege entſtanden ſind, auf welchem begreiflich ein gröſserer Antheil an Schwefel ſich in die Verbindung einführen läſst, als in hohen Temperaturen möglich iſt. Die Reſultate meiner Analyſen beſtärken mich in dieſer Meinung; denn ſtatt 47,36 Procent Schwefel und 52,64 Procent Eiſen zu finden,

erhielt ich im Mittel umgekehrt 53,24 Procent Schwefel und 46,76 Procent Eiſen. *)

2. Herr Prouſt äuſserte die Meinung, die Schwefelkieſe, welche am meiſten Schwefel enthalten, möchten ſich wohl am leichteſten *vitrioliſiren*, indeſs die, welche am reichſten an Schwefel ſind, am wenigſten von Luft und Wetter angegriffen würden. **) Dieſes ſtimmt indeſs mit den Beobachtungen, welche ich zu machen Gelegenheit gehabt habe, nicht überein. Die kubiſchen, die dodecaëdriſchen und andre regelmäſsig kryſtalliſirte Schwefelkieſe ſind der Oxydirung ausgeſetzt, ſo daſs

*) Herrn Hatchett ſcheint der Widerſpruch nicht aufgefallen zu ſeyn, in welchem Herrn Prouſt's ſynthetiſcher Verſuch mit künſtlichem Schwefelkieſe aus Eiſen und Schwefel erzeugt, mit ſeinen frühern analytiſchen und ſynthetiſchen Verſuchen über die natürlichen Schwefelkieſe ſteht, auf den ich S. 56, Anm., aufmerkſam gemacht habe, und über den ein ähnlicher Verſuch des Herrn Hatchett S. 72, Anm., allen Zweifel benimmt. Hält man hiermit das zuſammen, was ich S. 68 in der Anmerkung berührt habe, ſo ſcheinen die hier geäuſserten Bedenken des Herrn Hatchett wegzufallen, und allerdings auch das Miſchungsverhältniſs, wornach Eiſen und Schwefel im Schwefelkieſe, oder im Schwefel-Eiſen im Maximo an einander chemiſch gebunden ſind, feſt, und unverändert daſſelbe zu ſeyn. *d. H.*

**) Man vergl. S. 48. *d. H.*

daſs ſie zu ſo genannten *Leberkieſen* [*ſer hépathique Pyrites fuſcus*] werden, vitrioliſiren ſich aber nicht; während die Strahlkieſe, (wenigſtens in unſern Gegenden,) ſich bei weitem am leichteſten vitrioliſiren. Jene enthalten aber nach meinen Analyſen weniger Schwefel als dieſe, daher ich eher die umgekehrte Meinung annehmen möchte. Doch ich bin geneigt, die Urſache, daſs einige Schwefelkieſe ſich ſo leicht vitrioliſiren, nicht ſo ſehr in dem Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile, als vielmehr in dem Zuſtande des Schwefels in ihnen zu ſuchen, und möchte glauben, daſs dieſe Neigung zum Vitrioliſiren auf einem kleinen Antheil von Sauerſtoff beruhe, der ſich ſchon vorläufig bei der Bildung dieſer Kieſe mit einem Theile des Schwefels, oder mit der ganzen Maſſe deſſelben verbunden hat, und daſs dadurch die Oxydirung eingeleitet und erleichtert werde. Wir haben ein Beiſpiel einer ähnlichen Wirkung an dem Phosphor, den man, (wie man zu ſagen pflegt,) halb verbrennt, um daraus die Phosphor-Fläſchchen zu bereiten. Die Neigung, zu vitrioliſiren, welche man in manchen halb geröſteten ſchwefelhaltigen Erzen wahrnimmt, ſcheint mir ebenfalls hierauf zu beruhen, und nicht auf der bloſsen Verminderung des urſprünglichen Gehalts an Schwefel, oder auf der unmittelbaren Verwandlung eines Antheils Schwefel in Schwefelſäure. Doch ich gebe dieſe Meinung noch für nichts mehr, als eine wahrſcheinliche Vermuthung aus, über welche künftige Verſuche und Beobachtungen uns belehren müſſen.

3. Die *magnetiſchen Eigenſchaften* des Schwefel-Eiſens, welche den Hauptgegenſtand dieſes Aufſatzes ausmachen, verdienen vorzüglich bemerkt zu werden. Denn noch in keinem Werke oder Aufſatze über den Magnetismus habe ich den entfernteſten Wink darüber gefunden, daſs Eiſen, wenn es mit Schwefel verbunden iſt, die Fähigkeit beſitzt, den Magnetismus anzunehmen und bleibend zu behalten. Aus dem Verhalten der gewöhnlichen Schwefelkieſe hätte man vielmehr ſchlieſsen ſollen, daſs der Schwefel dieſe Fähigkeit dem Eiſen benehme; und dies ſcheint auch die Meinung der Mineralogen zu ſeyn, deren keiner unter den phyſikaliſchen Eigenſchaften dieſes Minerals das Vermögen, vom Magnete angezogen zu werden, oder auf die Magnetnadel zu wirken, anführt. Zwar ſtellen Werner, Widenmann, Emmerling und Brochant den Magnetkies neben die Schwefelkieſe, aber bisher wuſste niemand mit Gewiſsheit, ob der Magnetismus dem Kieſe, oder nicht vielleicht kleinen eingeſprengten Theilen gewöhnlichen Magnetſteins einwohne. Das letztere war wahrſcheinlich die Meinung des Herrn Hauy; denn in ſeiner groſsen Mineralogie, welche vor kurzem erſchienen iſt, finde ich den Magnetkies nirgends erwähnt, weder unter den Schwefelkieſen noch unter den übrigen Eiſenerzen.

Eine groſse Menge von Mineralien, ja ſelbſt einige Edelſteine, äuſsern eine ſchwache Anziehung auf die Magnetnadel, und nehmen zuweilen einen

geringen Grad von Polarität an, (*Cavallo on Magnetiſm*, p. 73.) Da man aber dieſe wundervolle Eigenſchaft recht deutlich und mächtig nur in Einer Art von Eiſenerz wahrnahm, ſo hat man dieſe vorzugsweiſe *den Magnet* genannt; gewöhnlich giebt man an, ſie beſtehe aus Eiſen mit 10 bis 20 Procent Sauerſtoff verbunden. *)

Die Thatſachen, welche ich hier mitgetheilt habe, lehren uns ein Mineral kennen, das von dem Magnete in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung ſehr verſchieden ſcheint, [da es aus Schwefel und Eiſen beſteht,] ihm aber doch an Kraft ſehr nahe kömmt, und das ſich auch in unſerm Königreiche, auf einem ziemlich ausgedehnten, nördlich ſtreichenden und mehrere Fuſs breiten und mächtigen Lager findet. Meine Verſuche mit künſtlich bereiteten Subſtanzen derſelben Art belehren uns, daſs dieſes Mineral bei einem Antheile von 37 Procent Schwefel des Magnetiſmus in ſehr ausgezeichnetem Grade fähig iſt; daſs ſelbſt, wenn der Antheil Schwefel noch höher ſteigt, der Magnet Körper von dieſer Miſchung noch ſtark anzieht; daſs es aber eine Gränze giebt, (die wahrſcheinlich zwiſchen 45 und 52 Procent Schwefel liegt,) über welche hinaus dieſe Wirkung aufhört. Eben ſo haben uns die vorher gehenden Verſuche belehrt, daſs Eiſen in ſeiner chemiſchen Vereinigung mit Phosphor,

*) Ich denke der Societät in einer Abhandlung einige vergleichende Analyſen mehrerer Varietäten des Magnets künftig mitzutheilen. *Hatch.*

gleichfalls eines hohen Grades von Magnetiſmus empfänglich iſt. Da nun der Stahl, mit welchem beide in dieſer Hinſicht Aehnlichkeit haben, Eiſen mit Kohlenſtoff verbunden iſt, ſo wird uns hier eine merkwürdige Uebereinſtimmung in den Wirkungen offenbar, welche Kohlenſtoff, Schwefel und Phosphor auf das Eiſen haben.

Kohlenſtoff in gröſserer Menge mit Eiſen verbunden, bildet dasjenige Kohlenſtoff-Eiſen, welches wir *Reiſsblei* nennen; einen brüchigen, in Salzſäure nicht auflöslichen, und mit keiner magnetiſchen Eigenſchaft begabten Körper. Geringere Mengen von Kohlenſtoff mit Eiſen verbunden, bilden die verſchiedenen Arten von Kohlenſtoff-Eiſen, welche zwiſchen dem *ſchwarzen Guſseiſen* und dem *weichen Guſsſtahle* zwiſchen liegen; *) ſie ſind alle mehr oder weniger ſpröde, in Salzſäure auflös-

*) Nach Herrn Muſhet, (*Philoſ. Magazine*, Vol. 13, p. 142,) entſtehn folgende Produkte, (welche Herr Thomſon in ſeiner Chemie, Vol. 1, p. 165, für *Subcarburets of iron* erklärt,) wenn das Eiſen ſich allmählig mit immer mehr Kohlenſtoff ſchwängert:

Eiſen mit	$\frac{1}{120}$;	$\frac{1}{100}$;	$\frac{1}{90}$;	$\frac{1}{50}$ Kohlenſt.
iſt Guſsſtahl:	weicher;	gemeiner;	dit. härter;	dit. zum Drahtziehn zu hart.
Eiſen mit	$\frac{1}{25}$;	$\frac{1}{20}$;	$\frac{1}{15}$ Kohlenſtoff	
iſt Guſseiſen:	weiſses ;	geſlecktes ;	ſchwarzes	

Wenn der Antheil an Kohlenſtoff auf ungefähr $\frac{1}{60}$ ſteigt, ſoll die Härte am gröſsten ſeyn. *Hatchett.*

lich, und fähig, den Magnetismus anzunehmen; mehr und minder; einige in dem Grade, daſs ſie die mächtigſten Magnete ſind, welche man bis jetzt entdeckt hat.

Schwefel verbindet ſich gerade ſo mit dem Eiſen. Macht er die gröſsere Menge aus, ſo entſteht der gewöhnliche *Schwefelkies*, der brüchig iſt, ſich in Salzſäure gar nicht oder nur höchſt wenig auflöſt, und keiner magnetiſchen Eigenſchaft empfänglich zu ſeyn ſcheint. Macht er die kleinere Menge aus, ſo wird die Verbindung ein *Schwefel-Eiſen*, das zwar brüchig, aber in Salzſäure auflöslich und eines ſehr ſtarken Magnetismus fähig iſt.

Phosphor macht ebenfalls Eiſen, mit dem er verbunden wird, ſpröde, zugleich aber empfänglich, die Eigenſchaften eines Magnets in ausgezeichnetem Grade anzunehmen. Es iſt vielleicht nicht übereilt, den vorigen Analogieen zu Folge zu vermuthen, auch der Phosphor möge ſich noch in gröſserer Menge mit dem Eiſen verbinden laſſen, und dieſem dann die Fähigkeit benehmen, zum Magnete zu werden.

Auch zweifle ich gar nicht, daſs weitere Verſuche lehren werden, daſs es für das Kohlenſtoff-Eiſen, für das Schwefel-Eiſen und für das Phosphor-Eiſen gleichmäſsig, für jedes ein gewiſſes Verhältniſs der Miſchung giebt, bei dem ein Maximum des Magnetismus, deſſen ſie empfänglich ſind, eintritt. Wenn man dieſe Maxima wird aufgefunden haben, ſo dürfte es lehrreich ſeyn, die magnetiſche Kraft des Stahls, des Schwefel-Eiſens und

des Phosphor-Eiſens einzeln und in ihren Verbindungen mit einander zu vergleichen; auch ähnliche Verſuche mit chemiſchen Verbindungen des Eiſens mit zwei oder mit allen dreien dieſer verbrennlichen Körper anzuſtellen, [wenn es deren giebt.] Auf jeden Fall öffnet ſich hier ein weites noch unerforſchtes Feld der Unterſuchung, das uns vielleicht auf wichtige Zuſätze zur Geſchichte des Magnetismus führt; eines Zweigs der Naturkunde, die in den letzten Jahren nur wenig [?] bereichert worden iſt, und ungeachtet wir in der Kenntniſs der Natur jetzt ſo ſchnell fortſchreiten, doch immer noch in Dunkel gehüllt iſt.

V.

VORLÄUFIGE NACHRICHT
von einer Reihe chemiſch-magnetiſcher Verſuche des Herrn Timotheus Lane. *)

Herr Timotheus Lane hat in einem der königl. Societät zu London vorgelegten Aufſatze darzuthun verſucht, daſs Eiſenoxyde weder für ſich magnetiſch ſind, noch es dadurch werden, daſs man ſie mit verbrennlichen Subſtanzen mechaniſch

*) Entlehnt aus dem *Monthly Magazine*, Dec. 1805. Herrn Lane's Aufſatz ſelbſt habe ich mir noch nicht verſchaffen können. Der Ausdruck: *magnetiſch ſeyn*, iſt zweideutig und führt eigentlich auf einen andern Begriff, als Hr. Lane bezeichnen zu wollen ſcheint. Wahrſcheinlich verſteht er darunter, (wie aus einer Vergleichung ſeiner Verſuche mit denen von Hatchett erhellt,) bloſs: vom Magnete angezogen werden; nicht: ſelbſt Eiſen anziehen, und Polarität äuſsern. Auch wenn wirklich Eiſen vom Magnete nur in ſo fern angezogen würde, als es in dem Augenblicke ſelbſt ein Magnet wird, dürfte es doch ſchicklicher ſeyn, einen Körper, der bloſs dem Magnete folgt, *Empfänglichkeit für Magnetismus*, und nicht ſchon *Magnetismus* ſelbſt zuzuſchreiben, da er die eigentlichen magnetiſchen Kräfte erſt durch Mittheilung oder auf andere Weiſe erhalten muſs. *Gilb.*

mengt, ſondern daſs dazu eine chemiſche Verbindung beider Arten von Körpern durch Hitze weſentlich erfordert wird, und daſs, wenn aus dieſer Verbindung der verbrennliche Körper durch größere Hitze abgeſchieden wird, das Eiſenoxyd ſich ſogleich wieder in einem unmagnetiſchen Zuſtande befindet. Wiederhohlte Verſuche haben Hrn. Lane belehrt, daſs Hitze allein das Oxyd nie magnetiſch zu machen vermag, daſs aber ſtets, wenn man das Oxyd mit einem verbrennlichen Körper erhitzt, einige Theilchen des Oxydes magnetiſch werden.

Er vermengte einige Eiſenoxyde mit Kohlenſtaub und rieb ſie in einem gläſernen Mörſer eine Zeit lang zuſammen; ſie erhielten keine Spur von Magnetismus. Er füllte darauf die Mengung in den Kopf einer thönernen Tabakspfeife, ſetzte dieſen zwiſchen die glühenden Kohlen eines gewöhnlichen Feuers, und nahm ihn heraus, ſo bald er anfing roth zu glühen. Das Pulver ſchüttete er auf einen glaſirten Dachziegel aus, und fand es, ſo bald es erkaltet war, in hohem Grade magnetiſch.

Er rieb ferner einige Eiſenoxyde mit Schwefel, mit Kohle, mit Kampher, mit Aether, mit Alkohol, u. ſ. f., in einem Glasmörſer zuſammen; aber nie entſtand Magnetismus in einer niedrigern Hitze, als ungefähr die, in welcher Blei ſchmilzt.

Kleine Mengen irgend einer verbrennlichen Subſtanz wirken auf das Oxyd auf eine nicht zu verkennende Weiſe. Waſſerſtoff, durch Rothglühe-

hitze unterſtützt, macht das Oxyd magnetiſ... kohol hat dieſelbe Wirkung, wenn er rein iſt.

Um eine beträchtliche Menge Oxyd magnetiſch zu machen, wird eine nur ſehr kleine Menge von verbrennlicher Subſtanz erfordert. Denn ein einziger Gran Kampher in ſo viel Alkohol, als dazu nöthig iſt, aufgelöſt, reicht hin, 100 Gran Oxyd, womit man ihn in einem Glasmörſer zuſammen gerieben hat, wenn man ſie der Rothglühehitze ausſetzt, durchaus magnetiſch zu machen.

Man ſieht hieraus ein, warum Berlinerblau, manche Schwefelverbindungen und Eiſenerze, die verbrennliche Subſtanzen enthalten, durch Einwirkung des Feuers magnetiſch werden, indeſs ſie alle magnetiſche Eigenſchaften wieder verlieren, wenn die Hitze auf ſie lange genug wirkt, um ihren Antheil an der verbrennlichen Subſtanz ihnen ganz zu entziehen. So findet man unter der Steinkohlenaſche der gewöhnlichen Feuerſtätte calcinirtes Schwefel-Eiſen, welches an ſeiner rothen Farbe zu erkennen iſt, und ſich ganz unmagnetiſch zeigt, wenn das Feuer daraus allen Schwefel ſublimirt hat.

VI.

ERKLÄRUNG
einer akuſtiſchen Erſcheinung, welche Herr Vieth beobachtet hat,

von
Herrn G. G. Hållström,
Profeſſor der Phyſik in Åbo. *)

Herr Director Vieth in Deſſau beſchreibt dieſe Erſcheinung in den *Annalen*, XVII, 117, bittet die Naturforſcher, darnach weiter zu forſchen, und wünſcht ſie erklärt zu ſehen. Herr Prof. Hällſtröm iſt der Meinung, Hr. Vieth habe bei der Beſchreibung der Erſcheinung ſich in einigem geirrt, und erklärt, er könne aus dieſem Grunde ſeiner Folgerung nicht beiſtimmen.

Zuerſt eine kurze Beſchreibung der Erſcheinung ſelbſt. Sie kommt darauf hinaus, daſs man bei ſchallenden Körpern gewiſſe Stellungen derſelben findet, in welchen man den Schall hört, andere aber, in welchen man ihn nicht bemerkt, wenn auch der Abſtand des Ohres von dem ſchallenden Körper nicht geringer iſt, als im erſten Falle. Man

*) Auszug aus einer Diſſertation unter dem Titel: *Explicatio Phaenomeni acuſtici a Cel. Vieth nuper deſcripti Praeſide G. G. Hällſtröm, Prof. Phyſ., Reſp. Inberg.* Aboae 1805.

kann dies am beſten an Scheiben von Glas, Meſſing, u. dergl., beobachten, die man zwiſchen zwei Finger faſst, anſchlägt, und an dem Ohre ungefähr in der Entfernung von 1 Zoll hin und her führt, und zwar in horizontaler Richtung, wenn man die Scheibe vertical hält, und in verticaler Richtung, wenn man ſie horizontal hält. Bei gehöriger Aufmerkſamkeit wird man finden, daſs in dem Augenblicke, wenn die Scheibe ſich der Mitte der Oeffnung des Ohres nähert, der ſtärkere Ton ſchwächer, als in jeder andern Lage der Scheibe iſt, und mitten vor der Oeffnung des Ohrs gar nicht mehr gehört wird. Bei einiger Uebung kann die klingende Scheibe in der Stellung, in welcher der Klang verſchwindet, 2 bis 3 Secunden unbeweglich gehalten werden, ohne daſs man einen Ton hört; indeſs er ſogleich wieder bemerkt wird, wenn man die Scheibe fortführt. Herr Vieth ſetzt hinzu: der Ort, wo der Klang verſchwindet, könne dadurch beſtimmt werden, daſs man die noch klingende Scheibe in der Stellung, in welcher man den Klang nicht hört, mit dem Ohre in Berührung bringt; und wenn dies in horizontaler und verticaler Lage geſchehe, ſo falle der gemeinſchaftliche Durchſchnittspunkt beider Berührungslinien dicht vor die Oeffnung des Ohres zwiſchen dem Tragus und Antitragus. Eine gerade Linie, welche quer durch den Kopf durch dieſe Punkte von Ohr zu Ohr gezogen wird, giebt nach ihm die akuſtiſche Achſe, in der, wenn ſie nach beiden Seiten verlängert wird, dem

Ohre der Nachklang verſchwindet. Es ſcheint ihm dieſe Erſcheinung anzudeuten, daſs es im Ohre einen kleinen Raum, vielleicht in dieſer Achſe gelegen, giebt, der den Ton nicht empfinden kann; ſo wie etwas ähnliches unlängſt vom Auge bemerkt iſt.

Die Wahrheit dieſer letzten Folgerung, ſagt Herr Hällſtröm, muſs ich nach den von mir gemachten Erfahrungen, bei Wiederhohlung der Verſuche des Herrn Vieth bezweifeln. Ich bemerkte nämlich, daſs nicht nur in der Linie, welche Herr Vieth die akuſtiſche Achſe nennt, der Ort liegt, wo der Nachklang nicht gehört wird, ſondern, daſs die Scheibe auch an jedem andern Orte ſo gehalten werden kann, daſs man ihren Nachklang nicht hört. Der ganze Unterſchied, wovon dieſes abhängt, beruht darauf, ob die verlängerte Ebene der Scheibe die Oeffnung des Ohres trifft, oder ob ſie auſser derſelben das Ohr ſchneidet. Nur in dieſem Falle wird der Nachklang gehört, in jenem nicht.

Es mögen in Fig. 2, Taf. I, der kleine Kreis *A* die Oeffnung des Ohres, und die Linien *BC*, *DE*, *FG*, *HK* und *LM* die Durchſchnitte der klingenden Scheiben in verſchiedenen Lagen, mit Ebnen, die durch die Achſe *A* des Ohres gehen, bedeuten. Von dieſen Durchſchnittslinien treffen einige, *BC*, *DE*, *FG*, verlängert die Oeffnung des Ohres; andere, *HK* und *LM*, gehen vorbei. Nun lehrt die Erfahrung, daſs der Klang der Scheibe, welcher in den Lagen *BC*, *DE* und *FG* nicht gehört wird, wieder bemerkt

werden kann, ſo bald die Scheibe in einer andern Lage, wie in *HK* oder *LM*, angeſchlagen wird, wenn auch die Abſtände *AB*, *AD*, *AF*, *AH* und *AL* gleich ſind; und daſs, wenn der Klang der Scheibe in den Lagen *BC*, *DE* oder *FG* empfunden wird, er doch ſtets ſtärker in den Lagen *HK* und *LM* gehört wird.

Da nun der Ort, wo der Klang verſchwindet, nicht bloſs in der ſo genannten akuſtiſchen Achſe liegt, ſondern allenthalben auſserhalb derſelben ſeyn kann, ſo daſs die Erſcheinung nicht vom Orte der Scheibe, ſondern von ihrer Lage gegen das Ohr abhängt; ſo halte ich mich überzeugt, daſs ſie nicht in einer unbekannten Einrichtung des Ohrs zu ſuchen iſt, vermöge der es in einer gewiſſen Stelle nicht vom Schalle afficirt wird, (wie Herr Vieth zu glauben geneigt ſcheint,) ſondern daſs ſie auf der eigenthümlichen Bewegungsart der Luft beruht, durch die der Klang dem Ohre zugeführt wird. Ich halte es nämlich für gewiſs, daſs durch dieſen Verſuch bewieſen wird, daſs die Luft nicht rings umher um einen klingenden Körper in gleichen Abſtänden mit gleicher Kraft und Geſchwindigkeit bewegt wird, ſondern daſs hierbei ähnliche Schwingungsknoten Statt finden, wie man ſie in den feſten klingenden Körpern beobachtet hat; das heiſst, Stellen, in welchen die Schwingungen der Luft entweder ſchwächer als an den übrigen Stellen ſind, oder ganz fehlen; ſo daſs, wenn das Ohr ſich in ihnen

befindet, der Ton ſchwächer oder gar nicht gehört wird.

Die Behauptung glaube ich durch folgenden Verſuch beweiſen zu können: Ich hatte das untere Ende einer ebenen Meſſingſcheibe in Waſſer getaucht; (*AB*, Fig. 3, möge ihren Durchſchnitt mit der Oberfläche des Waſſers vorſtellen;) und ſtrich nun die Scheibe mit einem Bogen, ſo daſs ſie einen Ton gab. Wurde dieſer Ton ſtark gehört, ſo erſchienen rund um die Scheibe Wellen, *ABCD*, welche von den tönenden Schwingungen der Scheibe erzeugt wurden. Bei genauerer Betrachtung derſelben fand ich, daſs dieſe Wellen an den Seiten der Scheibe in *D* und *C* immer viel weiter ſich verbreiteten, als in der verlängerten Durchſchnittslinie, in *A* und *B*. Bei ſchwächern Tönen erſchienen in *A* und *B* gar keine Wellen, indeſs ſie in *C* und *D* noch ſichtbar wurden.

Ich ſchlieſse hieraus auf eine ähnliche Beſchaffenheit der Schwingungen in der Luft. Denn bei gleichen Urſachen laſſen ſich gleiche Wirkungen erwarten, und ich ſtrich die Scheibe, als ein Theil derſelben ſich im Waſſer befand, ſo, daſs ſie denſelben Ton gab, den ſie in der Luft beim Verſuche mit dem verſchwindenden Tone gegeben hatte; ein Umſtand, woraus ſich nach Chladni's akuſtiſchen Lehren mit Gewiſsheit ſchlieſsen läſst, daſs die Scheibe in beiden Fällen von gleichartigen Schwingungen bewegt wurde. Hieraus läſst ſich mit Recht weiter folgern, daſs auch die Wellen der Luft und

des Waſſers, welche durch dieſe Schwingungen erzeugt wurden, in beiden Fällen von gleicher Beſchaffenheit ſeyn, und daſs folglich auch die Erzitterung der Luft in *D* und *C* ſtärker ſeyn, und ſich weiter verbreiten muſsten, als die in *A* und *B*, wenn auch die Zahl der Schwingungen in gleicher Zeit rings umher in der Luft dieſelbe war. In dieſem Falle muſste aber nothwendig der Schall in der Richtung *D* und *C* ſtärker als nach der Richtung *A* und *B* gehört werden, und in letzterer eher abnehmen als in der erſtern, ſo daſs in *A* und *B* kein Ton mehr gehört werden konnte, als er noch in *C* und *D* bemerkbar war.

Bei dieſen Verſuchen ſcheint kein anderer Unterſchied zwiſchen Waſſer und Luft Statt zu finden, als der, welcher von der gröſsern Beweglichkeit und Elaſticität der Luft herrührt; ſie kann aber keine andere Veränderung bewirken, als daſs das vollkommener in der Luft geſchieht, was die Wellen auf der Oberfläche des Waſſers unvollkommen zeigen.

Dieſen Erörterungen zu Folge, wird alſo ein Klingen der Scheibe, das nach den Richtungen um *D* und *C* noch vernehmbar iſt, in den Richtungen *A* und *B* nicht gehört, weil die Luft nach dieſen letztern Richtungen in Ruhe bleibt, während ſie nach jenen Richtungen noch in Schwingungen verſetzt wird.

Durch dieſen Verſuch ſcheint mir das neue und, ſo viel ich weiſs, bis jetzt von niemand beobachtete Geſetz erwieſen zu ſeyn: daſs die Luft, welche den

Schall eines Körpers fortpflanzt, in gleichen Entfernungen von dem ſchallenden Körper nicht allenthalben mit derſelben Kraft bewegt wird, und daſs in der elaſtiſchen Luft, welche den Schall fortpflanzt, eben ſo wie in ſchallenden elaſtiſchen, feſten Körpern, gewiſſe Stellen bewegt werden, andere aber ruhen.

Hierher ſcheint mir auch eine Erſcheinung zu gehören, welche man an tönenden Glocken, die geſchwungen werden, bemerkt. Man hört nämlich eine Verſchiedenheit im Klange, nach Verſchiedenheit der Lage der Glocke, je nachdem ſie mehr horizontal oder mehr vertical iſt. Dies ſcheint mir daher zu kommen, daſs die Luft in gewiſſen Lagen mit geringerer, in andern mit gröſserer Gewalt bewegt wird. Beſonders bemerkte ich, daſs der Ton, der von der äuſsern Fläche der Glocken herrührt, ſtärker gehört wird, als der Ton von der innern Fläche. Denkt man ſich die Seitenwände einer kegelförmigen Glocke ins unbeſtimmte verlängert, ſo hört man den Klang allenthalben auſser dieſem Kegel ſtärker, als in demſelben. Ich habe ſelbſt einen Unterſchied unter kegelförmigen und cylindriſchen Glocken bemerkt. In einer cylindriſchen Glocke iſt der Unterſchied in der Stärke des Tons innerhalb und auſserhalb der Glocke gröſser als in einer kegelförmigen, deren Seiten mit der verlängerten Achſe einen Winkel von 100° machten. Bei keinen von ihnen aber konnte ich ein ſolches Verſchwinden des Tons in der Richtung der Seiten der Glo-

cke

cke bemerken, als man bei den Scheiben wahrnimmt.

Mir ſcheint dieſe Erſcheinung auf folgende Art mit der vorhergehenden zuſammen zu hängen, und aus der Art der Fortpflanzung des Schalles in der Richtung klingender Scheiben abzuleiten zu ſeyn. Ein ſchwächerer Klang verſchwindet zwar ebenfalls in der Richtung der Seiten eines tönenden Kegels, er wird dann aber ſogleich von den gegen über ſtehenden Seitenwänden dem Ohre zugeführt, ſo daſs man ſo wenig an Glocken als an krummen Scheiben das Verſchwinden des Tons an einer Stelle bemerken kann. Es ſcheinen auch die Schwingungen der Luft, die in den Richtungen ſenkrecht auf die tönenden Scheiben am ſtärkſten erſcheinen, wenn ſie an Stellen entſtehen, die ſich einander gerade entgegen geſetzt ſind, und ſo in entgegen geſetzter Richtung ſich fortpflanzen, wechſelſeitig ſich zu ſchwächen; ein Umſtand, wovon mir die geringere Intenſität des Klanges innerhalb der verlängerten Glocke, und die gröſsere Stärke deſſelben auſserhalb derſelben abzuhängen ſcheint. Den Unterſchied zwiſchen den cylindriſchen und kegelförmigen Glocken möchte ich daraus ableiten, daſs die Schallſtrahlen in dem Innern der letztern ſchiefer gegen einander ſtoſsen, und daſs ſich daher die ſchwingende Bewegung der einander ſich begegnenden weniger einander zu ſtören vermögen, als das in den cylindriſchen Glocken der Fall iſt.

VII.

ZUSATZ

aus einem Schreiben des Herrn Direktors Vieth *an den* Herausgeber.

Ich danke Ihnen für die Mittheilung der Bemerkungen über das von mir beobachtete akuſtiſche Phänomen des Verſchwindens eines leiſen Schalles. Ich glaube, daſs Hr. Prof. Hällſtröm darin ganz Recht hat, daſs der Schall in jedem Falle verſchwindet, wenn die verlängerte Ebene der Scheibe die Oeffnung des Ohres trifft. Bei den Verſuchen, wozu mich ſeine Bemerkungen veranlaſsten, habe ich eben daſſelbe gefunden. Auch war es ein bloſs hingeworfener Einfall, dieſes Phänomen mit dem Mariotte'ſchen beim Auge zu vergleichen; ich fügte gleich hinzu, daſs ich die Analogie nicht geltend machen möchte.

VIII.

VERSUCHE
der galvani'ſchen Societät in Paris,
über die Erzeugung von Salzſäure im Waſſer durch Galvanismus;

mitgetheilt

von

Riffault,
Adminiſtrator des Pulver- und Salpeterweſens. *)

Die galvani'ſche Societät hatte vor einiger Zeit angezeigt, **) ſie habe ſich beeifert, die von Herrn Pacchiani angekündigte Thatſache zu prüfen, daſs in deſtillirtem Waſſer, wenn es der Einwirkung des Galvanismus unterworfen werde, Salzſäure entſtehe, habe aber kein genugthuendes Reſultat erhalten. Als ſie das Detail dieſer Verſuche, bei denen genau das Verfahren, welches Hr. Pacchiani ſelbſt angiebt, befolgt worden war, bekannt machte, äuſserte ſie indeſs zugleich, dieſe Verſuche müſsten erſt noch wiederhohlt und auf alle Art abgeändert werden, bevor ſich aus ihnen über eine ſo wichtige Entdeckung entſcheiden laſſe; und dieſes zu thun, ſey ihre Abſicht. Sie erhielt bald darauf

*) *Annales de Chimie*, Nov. 1806, t. 60, p. 113. *d. H.*

**) *Annalen*, XXII, 202. *d. H.*

von Herrn Brugnatelli in Pavia, einem ihrer correſpondirenden Mitglieder, chemiſch-galvaniſche Beobachtungen überſchickt, welche er dem italiäniſchen National-Inſtitute mitgetheilt hatte; *) dieſe enthielten Verſuche über denſelben Gegenſtand, welche vollkommen geglückt waren, bei denen er aber auf eine etwas verſchiedene Weiſe verfahren war. Die Societät urtheilte, nachdem ſie dieſe Abhandlung erwogen hatte, daſs, da Herr Brugnatelli in ſeinem Apparate jede fremde Subſtanz entfernt habe vom Waſſer und von dem Metalldrahte, durch welche der Galvanismus wirkte, ſo müſſe ſeine Art zu verfahren auf Reſultate führen, welche von dem Grunde der Unzuverläſſigkeit in den Verſuchen Pacchiani's frei ſey. Sie beſchloſs daher, bei ihren fernern Verſuchen das Verfahren des Herrn Brugnatelli zu befolgen.

Am 8ten Mai dieſes Jahres, als die Klaſſe der phyſikaliſchen Unterſuchungen ſich verſammelt hatte, gab ſie in dieſer Abſicht ihrem Apparate folgende Einrichtung. Es wurde eine Glasröhre, die $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und 3 Linien weit war, mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, welches ſich mit ſalpeterſaurem Silber nicht trübte, und ebenfalls damit ein Glas und ein gläſerner Heber, deſſen $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Schenkel $6\frac{1}{2}$ Linie von einander entfernt und $2\frac{1}{2}$ Linie weit waren. Die Röhre und das Glas wurden

*) *Annalen*, XXIII, 177. *d. H.*

ſo nahe an einander geſtellt, daſs zugleich der eine Schenkel dieſes Hebers ſich in die Röhre und der andere in das Glas hinein ſetzen lieſs. Die Röhre wurde nun mit einem Golddraht verſehen, deſſen Dicke $\frac{1}{10}$ Linie, und deſſen Feinheit 0,976 betrug, und in das Glas wurde ein Streifen ſehr dünnen Stanniols ſo nahe als möglich an den darin befindlichen Schenkel des Hebers gebracht. Als dieſes geſchehen war, errichtete man aus 100 viereckigen Plattenpaaren Zink und Kupfer, von 3″ Seite, und aus Tuchplatten, die in einer ſtarken Salmiakauflöſung genäſst wurden, eine Voltaiſche Säule, und verband den Zinkpol derſelben mit dem Golddrahte, den Kupferpol mit dem Stanniolſtreifen. Die Thätigkeit der Säule äuſserte ſich ſogleich und erhielt ſich fortdauernd ungefähr 60 Stunden lang; und als ſie erloſchen war, vertauſchte man dieſe Säule mit einer ähnlichen aus 60 Plattenpaaren. Die Wirkſamkeit dieſer letztern Säule hatte noch nicht ganz aufgehört, als man den Verſuch beendigte, um nachzuſehen, was entſtanden ſey.

Als wir das Waſſer der Röhre in ein Glas ausgoſſen, das zuvor mit deſtillirtem Waſſer ſorgfältig war gewaſchen worden, überraſchte uns der ſehr beſtimmte Geruch nach oxygenirter Salzſäure, den ſo wohl das Waſſer als die ausgeleerte Röhre verbreiteten. Auf der Zunge äuſserte dieſes Waſſer keinen ſauren Geſchmack; es röthete aber Lackmuspapier ſehr merklich. Einige Tropfen ſalpeterſauren Silbers machten im Augenblicke, daſs es ins

Weiſse ſpielte, und es ſetzte ſich ein ſehr deutlicher Niederſchlag von ſalzſaurem Silber ab. Das Waſſer aus dem Heber ſo wohl, als das Waſſer im Glaſe wurden auf dieſelbe Art unterſucht; beides wirkte nicht auf das Lackmuspapier, und trübte ſich mit ſalpeterſaurem Silber auf eine kaum wahrzunehmende Weiſe, und ohne daſs ſich ein Niederſchlag abſetzte; nur ſpielte das Waſſer des Glaſes nach einigen Stunden Ruhe ein wenig ins Roſenrothe.

Die Societät hat ſeitdem eine Menge Verſuche angeſtellt, ganz auf dieſelbe Art, mit ſtärkern und ſchwächern Säulen, die man bald längere bald kürzere Zeit über wirken lieſs. In allen dieſen Verſuchen wurde immer das Waſſer der Röhre auf dieſelbe Art verändert, indem es mit ſalpeterſaurem Silber ins Weiſse ſpielend erſchien und einen ſichtlichen Bodenſatz ſalzſauren Silbers abſetzte. In einigen Verſuchen röthete das Waſſer der Röhre die Lackmustinctur nicht, und nur bei einem einzigen, bei dem die Säule ungefähr 100 Stunden lang auf das Waſſer eingewirkt hatte, war der Geruch nach oxygenirter Salzſäure noch beſtimmter und durchdringender als im erſten. Bei einem dieſer Verſuche äuſserte das Waſſer des Glaſes, worin ſich der Stanniolſtreifen befand, eine Spur alkaliſcher Eigenſchaft; als man nämlich etwas davon zu der vom Waſſer der Röhre gerötheten Lackmustinctur goſs, gab es dieſer die urſprüngliche Farbe wieder *)

*) Dieſer Bericht ſtimmt nicht ganz mit dem überein, was ich in den *Ann.*, XXIII, 463, aus einem Brie-

So entſcheidend auch ähnliche conſtant erhaltene Reſultate der Societät ſcheinen muſsten, ſo ſetzte ſie doch ihre Verſuche fort, und fügte ſelbſt neue Vorſichtsmaaſsregeln hinzu, indem ſie das Waſſer, welches der galvani'ſchen Einwirkung ausgeſetzt wurde, mit der Hand in Berührung zu bringen vermied, und es vor allem Einfluſſe der umgebenden Atmoſphäre zu ſchützen ſuchte. Zu dem Ende wurde der He-

fe des Herrn Dr. Nauche, Vicepräſidenten der galvani'ſchen Societät, an Herrn Dr. Caſtberg in Kopenhagen, mitgetheilt habe. Daſs weder Säulen, die mit Salpeterwaſſer, noch die mit Kochſalzwaſſer geſchichtet waren, Salzſäure erzeugten, und daſs ſelbſt als der feuchte Leiter mit Salmiakwaſſer genäſst war, das Reſultat bei zwei Verſuchen ausblieb, (*daſ.*, S. 464,) ſcheint merkwürdig zu ſeyn, und ich weiſs den Grund nicht anzugeben, warum Herr Riffault dieſes Fehlſchlagens nicht gedenkt. Was Herr Dr. Nauche in ſeinem Briefe zuletzt anführt, „daſs Biot die Möglichkeit der Bildung von Salzſäure geläugnet habe," bezieht ſich wahrſcheinlich auf die ſcharfſinnigen Folgerungen, welche Herr Biot in ſeiner Abhandlung über die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte, welche ich dem Leſer umſtändlich vorlegen werde, aus dem Brechungsvermögen des ſalzſauren Gas, verglichen mit dem des Sauerſtoffgas, des Waſſerſtoffgas, des Stickgas und des Waſſers zieht, denen zu Folge die Salzſäure weder Stickſtoff zu ihrem Radicale haben, noch ein Waſſerſtoff-Oxyd mit weniger Sauerſtoff als das Waſſer ſeyn kann, wie das Pacchiani behauptet hatte.

d. H.

ber in die Röhre und in das Glas hinein geſetzt, ohne das Waſſer derſelben mit einem fremden Körper zu berühren, als höchſtens mit Glasröhren, die in deſtillirtem Waſſer gut gewaſchen waren, und der ganze Apparat, aus Röhre, Heber und Glas beſtehend, wurde mit einer gläſernen Glocke überdeckt, unter der der Golddraht und der Stanniolſtreifen fortgeführt waren, um mit den Polen der Säule verbunden zu werden. Mit der vorſichtigſten Einrichtung dieſes Apparats fing jeder Verſuch an. Man überdeckte ihn dann mit der Glocke, errichtete in einem andern entlegenen Zimmer die Säule, trug ſie ganz vollendet herbei, und verband mit ihm ihre Pole. Der Tiſch, worauf ſich die Säule und der Apparat befanden, ſtand nahe bei einem Fenſter, welches mehrentheils offen blieb, und in dem Zimmer war kein chemiſches Präparat, und ging keine Art von chemiſchem Prozeſſe vor. *)

Die Verſuche, welche auf dieſe Art angeſtellt wurden, haben dieſelben Reſultate als die vorigen gegeben, was die Röthung der Lackmustinctur und die Trübung mit ſalpeterſaurem Silber betrifft; allein der Geruch nach oxygenirter Salzſäure blieb aus, der ſich in den vorigen Verſuchen mehrere Mahl geäuſsert hatte, und das Waſſer des Glaſes, worin der Stanniolſtreifen hinab ging, zeigte keine

*) Man vergl. Herrn Veau - de - Launay's Notiz, *Annalen*, XXIV, 000. *d. H.*

Spuren mehr von Alkali. Immer ſchien das Waſſer der Röhre augenſcheinlich ſeinen Zuſtand verändert zu haben, indeſs das des Hebers und des Glaſes daſſelbe blieb.

Wenn die galvani'ſche Societät alle dieſe Verſuche zuſammen nimmt, und die Reſultate derſelben erwägt, ſo glaubt ſie nicht anſtehen zu dürfen, aus ihnen, (unter der Vorausſetzung, daſs die Vorſichtsmaaſsregeln der letzten Verſuche alle beobachtet worden,) folgende Reſultate zu ziehen:

1. Daſs deſtillirtes Waſſer, welches der galvani'ſchen Einwirkung ausgeſetzt wird, augenſcheinlich eine Veränderung ſeines Zuſtandes in dem Gefäſse erleidet, in welchem ſich der Sauerſtoff durch den leitenden, mit dem poſitiven Pol verbundenen Drahte entbindet.

2. Daſs das Waſſer in dieſem neuen Zuſtande conſtant die wahren Charaktere der Salzſäure zeigt.

3. Daſs das deſtillirte Waſſer in dem Gefäſse, worin ſich der Waſſerſtoff durch den Draht des negativen Pols entbindet, auf keine merkbare Weiſe verändert wird.

4. Daſs das Waſſer in dieſem Zuſtande keine Anzeige von Salzſäure giebt.

5. Daſs endlich das deſtillirte Waſſer im Heber, auf welches dieſelbe galvani'ſche Einwirkung worin aber keine Entbindung von Sauerſtoff und Waſſerſtoff Statt findet, ſeinen Zuſtand nicht geändert zu haben ſcheint.

Obgleich dieſe Folgerungen der Societät keinem Streite weiter unterworfen zu ſeyn ſcheinen, *) ſo will ſie doch noch ihre Verſuche mit gröſsern Mengen von Waſſer wiederhohlen und weiter fortſetzen, um dadurch dem Wunſche zu entſprechen, welchen mehrere vorzügliche Chemiker ihr geäuſsert haben.

*) Sollten dieſe Reſultate nicht zu allgemein und zu unbeſtimmt ausgedruckt ſeyn, um den erzählten Verſuchen völlig zu entſprechen? und auch wenn man hiervon abſieht, wie manchen Zweifel laſſen ſie nicht zurück! Welche Vorſicht hat man gebraucht, um gewiſs zu ſeyn, daſs dem deſtillirten Waſſer keine vegetabiliſchen oder thieriſchen Ausflüſſe oder Theilchen, wären es auch nur ſo genannte Sonnenſtäubchen, beigemengt waren? Scheint man doch erſt bei den letzten Verſuchen das Waſſer auſser aller Berührung mit den Fingern erhalten zu haben, die, wie alle Theile der Haut, eine Materie ausſchwitzten, in welcher Thenard Eſſigſäure und ſalzſaures Natron gefunden hat. (Man vergl. auch S. 53, Anmerk.) Und ſind die paar chemiſchen Kennzeichen, auf die man allein Rückſicht genommen hat, ſo ganz zweifelsfrei, um zu völlig zuverläſſigen Schlüſſen über die Natur der erhaltenen Säure zu berechtigen? *d. H.*

IX.

VERSUCHE
über die Säure- und Alkalibildung durch Galvanismus,

von

CHARLES SYLVESTER
zu Sheffield. *)

Der Verſuch des Hrn. Pacchiani, welcher der galvani'ſchen Societät in Paris nicht hat glücken wollen, miſsglückte auch mir zuerſt, als ich Waſſer, welches ſalpeterſaures Silber nicht trübte, in einem Glaſe durch Golddrähte oder durch Platindrähte mit den beiden Endzellen meines Trogapparats in Verbindung geſetzt hatte. Es entſteht in dieſem Falle keine Spur von Salzſäure, und ich wundere mich daher nicht, daſs auch Wilkinſon **) keine Säure erhielt. Die Herren Peel ***) und

*) Zuſammen gezogen aus Nicholſon's *Journal*, Jun. 1806, p. 97, und Sept., p. 50. *d. H.*

**) *Annalen*. XXIV, 98. *d. H.*

***) Herr Will. Peel in Cambridge, an deſſen Rieſenverſuche mit der Waſſerzerſetzung ſchon Hr. Wilkinſon, (a. a. O., S. 108,) ſeinen Unglauben geäuſsert hat, erzählt in mehrern Briefen an den Dr. Tilloch in deſſen *Philoſ. Magaz.*, 1805, April, Jun., Dec., [die erſten in Italien gedruckten Nachrichten von Pacchiani's Verſuchen

Pacchiani wollen zwar auf dieſe Art Säure und

rühren gleichfalls aus dem April 1805 her, *Annalen*, XXI, 125.,] eine Menge von Unglaublichkeiten, die, ſo offenbar ſie auch das Gepräge der Erdichtung an ſich tragen, doch nicht bloſs an Herrn Tilloch und einigen andern Engländern, ſondern auch in Deutſchland Gläubige gefunden haben. Er fängt gleich damit an, „er habe eine Pinte, [alſo ungefähr 16 Unzen,] Waſſer genommen, und *die Hälfte* davon durch Galvanismus zerſetzt, die andere Hälfte abgedampft, wobei ein wenig ſalzſaures Natron zurück geblieben ſey." Sollte man doch nicht, nach dieſer Art zu erzählen, meinen, es habe nicht mehr auf ſich, eine halbe Pinte Waſſer durch Galvanismus zu zerſetzen, als ſie bis zur Trockniſs abzudampfen. Rechnet man nach Herrn Wilkinſon's Angabe, am angeführten Orte, S. 100, ſo würde ein Trogapparat von 2000 Plattenpaaren, der täglich mit verdünnter Säure neu gefüllt würde, dieſes erſt innerhalb 3 Wochen bewerkſtelligen können. Und dieſen Verſuch will Herr Peel, „ſo langweilig er auch ſey, wiederhohlt haben," und er ſoll auch einem ſeiner Freunde geglückt ſeyn. Herr Tilloch nennt dieſen Verſuch „auſserordentlich wichtig," und räth, man möge Waſſer aus ſeinen Elementen, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, zuſammen ſetzen, und es dann durch Galvanismus zerſetzen. Dieſen Rath ertheilt er in den letzten Tagen des Aprils, und ſchon am 4ten Junius iſt Herr Peel mit allem fertig. „Es iſt ihm gelungen, ganz reines Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas in gehörigem Verhältniſſe ſo anzuwenden, daſs kein Rückſtand an Luft blieb, und daſs das gebildete Waſſer nicht im mindeſten

Alkali gebildet haben; ich kann indeſs daran nicht glauben. *)

Ich verſuchte ſpäter, durch ein Stück Blaſe das Waſſer, welches mit dem einen Pole in Verbindung ſtand, von dem mit dem andern Pole verbundnen zu trennen. Zu dem Ende überband ich damit das untere Ende einer offenen Glasröhre, ſetzte dieſe Röhre in ein Glas mit reinem Waſſer, füllte ſie mit

ſäuerlich war." Hatte er irgend eine Vorſicht vernachläſſigt, ſo enthielt das erzeugte Waſſer Salpeterſäure; dieſe ſättigte er indeſs mit Kalk, deſtillirte das Waſſer wieder ab, zerſetzte es durch Galvanismus, und erhielt nun *ſalzſaures Kali*. Herr Dr. Tilloch macht darüber eine Menge von Conjecturen, und veranlaſst durch ſeine vollkommene Gläubigkeit Herrn Peel, im Dec. das *Philoſ. Magazine* noch mit folgenden Verſuchen zu zieren. Brunnenwaſſer giebt beim Zerſetzen durch Galvanismus, je nachdem es über Kalk, oder über Magneſia oder Baryt abdeſtillirt worden war, ſalzſaures Kali, oder ſalzſaures Natron; deſtillirtes Schneewaſſer letzteres. Hr. Peel nahm ſtatt der Säule *eine ſtarke Electriſirmaſchine*, und erhielt ganz *daſſelbe Reſultat*. Faſt eben ſo ſummariſch als ich hier, erzählt Herr Peel ſelbſt ſeine angeblichen Verſuche, die zu den Wundern der neuen Chemie gehören würden, wären ſie mehr als Erdichtung.

d. H.

*) Und doch gelingt dies allerdings, *Annalen*, XXIV, 393. Auch Herr Henry in Mancheſter fand, daſs ſehr ſorgfältig gereinigtes und zwei Mahl deſtillirtes Waſſer durch Galvaniſiren in einer an bei-

ähnlichem Waſſer, verſchloſs ihre obere Oeffnung mit einem Korke, durch den ein Platindraht bis nahe an die Blaſe hinab ging, und verband dieſen Draht mit dem poſitiven Pole des Trogapparats. Ein zweiter Platindraht, der in das Glas bis dicht unter die Blaſe ging, wurde mit dem negativen Pole in Verbindung geſetzt. Wirkte der Trogapparat auch nur mittelmaſsig, ſo fand ich ſchon nach einer ½ St. Salzſäure in merklicher Menge im Waſſer der Röhre, und ein fixes Alkali im Waſſer des Glaſes. Dieſer Verſuch wurde mit demſelben Stück Blaſe über dreiſsig Mahl wiederhohlt, und immer war der Erfolg derſelbe.

Das fixe Alkali komme wahrſcheinlich aus der Maſſe des Glaſes, behauptete gegen mich ein geſchickter Chemiker. Um dieſes zu prüfen, und um alle thieriſche und vegetabiliſche Stoffe aus dem Spiele zu laſſen, ſtellte ich den Verſuch folgender Maſsen an.

Ich lieſs aus dem Thone, woraus man Tabakspfeifen macht, eine Röhre formen, welche nur an

den Enden mit Korkſtöpſeln, und Platinſtreifen verſehenen Glasröhre, die Eigenſchaft erhielt, ſalpeterſaures Silber in wenig Secunden zu trüben, und am Lichte die Farbe ſo zu verändern, wie es dem ſalzſauren Silber eigen iſt. Waſſer, worin Korkſtöpſel einen Tag über gelegen hatten, machte ſalpeterſaures Silber nicht milchicht, ſondern färbte es bloſs dunkel, ohne einen Niederſchlag zu bewirken. *d. H.*

Einem Ende offen war, und ſie mit Tabakspfeifen in einem Ofen ſehr hart brennen. Sie wurde in deſtillirtes Waſſer gelegt, bis alle ihre Zwiſchenräume ſich damit voll geſogen hatten, dann mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, und in eine Platinſchale voll deſtillirten Waſſers geſtellt. Dieſe Schale ruhte auf dem Kupferende des Trogapparats, und vom Zinkende deſſelben wurde ein Platindraht in die Röhre bis an den Boden derſelben hinab geleitet. Sehr bald entbanden ſich an den Enden beider Drähte Gasblaſen. Schon nach 10 Minuten färbte das Waſſer der Platinſchale Curkumapapier braun, und zeigte das Waſſer der Röhre Spuren von Säure. Nachdem der Prozeſs 4 Stunden gedauert hate, gab letzteres mit ſalpeterſaurem Silber einen ſehr ſichtbaren Niederſchlag. Das Waſſer in der Platinſchale dampfte ich gänzlich ab; es blieb ein Rückſtand, den ich in der Schale faſt bis zum Rothglühen erhitzte, ohne daſs er entwich; ein Beweis, daſs es ein fixes Alkali war.

In dieſem Verſuche war des gebildeten Alkali weit mehr als der Säure; in andern fand das Umgekehrte Statt. Einige Mahl entſtand Salpeterſäure und wenig oder keine Salzſäure.

Aus dieſen und aus den ähnlichen von andern beobachteten Thatſachen ſcheint zu erhellen, daſs Salpeterſäure ſo gut als Salzſäure, und daſs eben ſo die drei Alkalien Waſſerſtoff-Oxyde ſind. Der Sauerſtoff des Waſſers, welches am poſitiven Platindraht zerſetzt wird, verbindet ſich zum Theil mit

Waſſer und bildet damit Salpeterſäure oder Salzſäure; der Waſſerſtoff deſſelben wird von der Electricität durch die Blaſe hindurch nach dem andern Drahte geführt, und indem dieſe durch den Draht entweicht und ihn abſetzt, verbindet ſich ein Theil deſſelben mit etwas Waſſer zu einem Alkali. Hiernach würde Salzſäure Waſſer + Sauerſtoff, und Alkali Waſſer + Waſſerſtoff ſeyn.

X.

EIN VERSUCH,

der es wahrſcheinlich machen ſoll, daſs Salzſäure aus Sauerſtoff und Waſſerſoff beſteht,

von

J. Martin. *)

— — „Ich that in eine irdene Röhre etwas Eiſendraht, und führte ſie durch einen Ofen, um ſie glühend zu machen. An dem einen Ende lutirte ich eine gebogene Röhre vor, die unter den Trichter einer pneumatiſchen Wanne ging; am andern eine Tubulatretorte, welche etwas Kochſalz enthielt, das ſorgfältig ſeines Kryſtalliſationswaſſers beraubt worden war. Als nun der Draht zu glühen ſchien, goſs ich etwas concentrirte Schwefelſäure

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 13, p. 237. *d. H.*

ſäure in die Retorte. So bald die atmoſphäriſche Luft der Gefäſse übergetrieben war, ſtieg aus dem andern Ende der Röhre eine bedeutende Menge Waſſerſtoffgas in dem pneumatiſchen Apparate hervor; doch war es mit einer geringen Menge ſalzſauren Gas gemiſcht. Als ich den Apparat aus einander nahm, fanden ſich in der Röhre Kryſtalle ſalzſauren Eiſens. Des Waſſerſtoffgas war eine ſo groſse Menge übergegangen, daſs es unmöglich iſt, es ſich durch Zerſetzung von Waſſer zu erklären, welches das übertretende ſalzſaure Gas vielleicht zufällig mit ſich genommen hatte."

Aus dieſem Grunde ſchlieſst Herr **Martin**, das ſalzſaure Gas ſelbſt ſey die Quelle ſo wohl dieſes Waſſerſtoffgas, als des Sauerſtoffs, der das Eiſen in der Röhre oxydirte; und Salzſäure beſtehe daher höchſt wahrſcheinlich aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Wer ſieht indeſs nicht, daſs zu einem ſolchen Schluſſe keine bloſse Verſicherung, daſs dazu nur genaue Angaben nach Maaſs und Gewicht berechtigen können? und wer weiſs nicht, daſs es kein Zufall iſt, wenn ſalzſaures Gas Waſſer mit übernimmt?

XI.

WARNUNG
vor einer Gefahr beim Gebrauche eiſerner Heitzröhren,

von

DESCROIZILLES dem Aeltern
zu Lescure bei Rouen. *)

— — Werden eiſerne Röhren, die zum Heitzen beſtimmt ſind, bei einem zu ſtarken Feuer glühend, und die Luft, welche ſie durchſtreicht, iſt feucht, ſo kann das glühende Eiſen das Waſſer der Luft zerſetzen, und das ſich entbindende Waſſerſtoffgas entzünden. Dieſes begegnete mir vor 5 Jahren, bei einigen Verſuchen, die ich mit ſolchen Röhren in einer kleinen Trockenkammer anſtellte. Glücklicher Weiſe hatte ich den Vorfall im voraus vermuthet, und alles zum Löſchen des Feuers, wenn es ausbrechen ſollte, vorbereitet; und doch hatte ich kaum noch Zeit, es zu unterdrücken.

Es war mir daher nicht überraſchend, zu hören, daſs neulich im Schloſſe von St. Cloud durch eine Heitzröhre Feuer ausgekommen ſey. Auch bin ich überzeugt, daſs manches Feuer, welches in den Trockenſtuben der Baumwollendrucker ausgebrochen iſt, dieſelbe Veranlaſſung hatte. Wenn die ei-

*) *Annales de Chimie*, t. 51, p. 34. *d. H.*

fernen Heitzröhren in ihnen ſtark glühn, ſo können ſie den Waſſerdampf, der die Stube erfüllt, auf die nämliche Art zerſetzen. *)

Noch muſs ich hinzu fügen, daſs die Art von Heitzröhren, welche Herr Conté vor kurzem angegeben hat, vor jenem Zufalle nicht ſichern. Sie haben über dies die Unannehmlichkeit, daſs ſich der Ruſs auf zwei Röhren abſetzt. Immer habe ich gefunden, daſs es am beſten iſt, den Luftſtrom, der das Feuer angefacht hat, durch die mittlere Röhre gehen zu laſſen; die äuſsere Röhre oxydirt ſich dann weit weniger, und man kann ſie aus Kupfer oder Meſſing machen, die ſich leichter verzieren laſſen, als Eiſenblech.

*) Ob ſich durch Volta's Eudiometer in der Luft einer ſolchen Stube Waſſerſtoffgas entdecken lieſse, und wie viel, würde für die Eudiometrie, zu wiſſen, von Intereſſe ſeyn. Daſs ein eiſernen Ofen, ſo bald er glüht, in einem Zimmer eine ſo beſchwerliche trockne Hitze veranlaſst, ſteht vielleicht damit in Zuſammenhang, obſchon es ſich aus der zunehmenden Expanſivkraft des Waſſerdampfs mit der Hitze allein hinlänglich erklärt. Umſonſt ſucht man die Luft eines ſolchen Zimmers durch Schalen voll Waſſer gehörig feucht zu erhalten; alle feinere Holzwaaren zeigen auffallende Spuren der höchſten Trockenheit der Luft, und in den Augen äuſsert ſich ein läſtiges Gefühl von Austrocknung.

d. H.

XII.

Ueber die Desoxydirung des Eiſens,

vom

Profeſſor Proust in Madrid. *)

Bedenkt man die Leichtigkeit, mit welcher mehrere Metalle in keinem ſehr hohen Grade von Hitze [für ſich] in den metalliſchen Zuſtand zurück treten, ſo kann man nicht umhin, zu glauben, daſs die, welche der Einwirkung unſers Ofenfeuers widerſtehn, ſich eben ſo leicht desoxydiren würden, wenn es uns möglich wäre, ſie ſo ſtark zu erhitzen, als es zu dieſem Ende nöthig iſt.

Damit das Eiſen nicht länger in der Klaſſe der Metalle ſtehe, deren Oxyde ſich nicht ohne Hülfe der Kohle zu desoxydiren vermögen, glaube ich der Vergeſſenheit einen Verſuch entziehen zu müſſen, zu der mir mein Freund, Herr Naſt, ein Porzellänfabrikant, der damahls in der Vorſtadt St. Antoine wohnte, die Mittel verſchafft hat.

Die Mündung des über ſeinem Brennofen befindlichen Ausglühegewölbes war mit einer eiſernen Stange von ungefähr der Dicke 1 Zolles geſtützt. Als dieſe ſich mit der Zeit ſo ſtark oxydirt hatte,

*) *Journal de Phyſique*, 1802, Febr., p. 95. *d. H.*

daſs ſie ſich nur noch im Innern durch ein Stäbchen Eiſen von der Dicke 1 Linie erhielt, ſtürzte ſie zuſammen und zerbrach von ſelbſt. Ich ſammelte die Bruchſtücke auf, und trennte das Oxyd von dem Eiſen durch einen leichten Schlag. Dieſes Oxyd war in nichts von dem verſchieden, welches vom Eiſen beim Schmieden abſpringt.

Ich that davon ungefähr 8 Unzen in einen Porzellantiegel, und ſetzte ihn in eine der untern Caiſſetten. Es war mir nicht unbekannt, daſs es nur eines einzigen Nagels bedarf, der in den Ofen fällt, um eine ganze Säule derſelben zu verderben, *(pour en détruire toute une pile.)* Folgendes war das Reſultat. Wir fanden den Tiegel und die Caſſette durchbohrt. Das reducirte und gut geſchmolzene Eiſen hatte ſich im Boden des Ofens ein Bett ausgehöhlt; Naſt und ich konnten es nicht anders heraus bringen, als es heraus meiſseln. Es war nicht brüchig.

War dieſes Eiſen durch die bloſse Intenſität der Hitze reducirt und geſchmelzt worden, oder hatte es ſich Kohlenſtoffs bemächtigen, den kalkerdigen Theil der Maſſe zerſetzen können, u. d. m.? Dieſes würde intereſſant ſeyn, auszumitteln. Ich habe das Eiſen lange Zeit aufbehalten, weiſs aber nicht, was daraus geworden iſt; war mir auch damahls nicht bewuſst, wie belehrend eine Unterſuchung deſſelben für die Theorie geweſen ſeyn würde. Es iſt daher zu wünſchen, daſs man dieſen Verſuch wiederhohlen möge.

XIII.

Dumoutiez's
pneumatiſches Feuerzeug, (Briquet pneumatique.)

Ich habe, (ſagt Herr Delamétherie im *Journ. de Phyſ.*, t. 62, p. 189,) von der Entdeckung, daſs ſich Zündſchwamm durch Compreſſion der Luft entzünden läſst, welche ein Arbeiter in der Gewehrfabrik zu *Saint-Etienne en Forez* gemacht hat, im Auguſtſtück 1804 dieſes Journals eine Nachricht mitgetheilt. *) Der Mechanicus *(Ingénieur-Machiniſte)* Herr Dumoutiez hat mehrere Verſuche angeſtellt, um die geringſte Capacität der Compreſſionspumpe, und die kleinſte Menge von Luft zu finden, bei welchen es noch gelingt, den Schwamm in Brand zu ſetzen. Nach mehrern Abänderungen hat er es dahin gebracht, dieſes in einem Rohre zu bewerkſtelligen, welches ungefähr 4 Linien im Durchmeſſer hat und 6 Zoll lang iſt. Iſt das Rohr gut calibrirt, und ſchlieſst der Stempel genau, ſo miſslingt es bei einiger Uebung ſelten, den Schwamm bei einem einzigen Stoſse des Stempels zu entzünden.

Dieſe Methode, Feuer zu machen, iſt ohne alle Gefahr, und verdient den Vorzug vor den übrigen

*) *Annalen*, XVIII, 240. *d. H.*

neuen Arten von Feuerzeugen, die man ſeit kurzem erdacht hat. Herr Dumoutiez verfertigt jetzt ſolche kleine tragbare Compreſſionspumpen, und verkauft ſie unter dem Namen: *Briquet pneumatique*. Man findet ſie bei ihm in verſchiedener Geſtalt und Gröſse. Seine Wohnung iſt in Paris, *Rue du Jardinet*, No. 2, nahe bei der *Ecole de Médecine*.

XIV.

Leuchtende Fläſchchen als Lampen zu gebrauchen.

In Sonini's ökonomiſchem Journale und daraus in Nicholſon's *Journal*, Vol. 12, p. 276, wird folgende Anweiſung gegeben, ein Fläſchchen zu bereiten, das in der Nacht Licht genug giebt, um die Zeit auf einer Uhr und andere Gegenſtände zu erkennen.

Man nehme ein langes Fläſchchen aus weiſsem Glaſe, werfe ein Stück Phosphor von der Gröſse einer Erbſe hinein, und gieſse darauf feines bis zum Aufwallen erhitztes Provenceröhl, bis die Flaſche etwa ein Drittel voll iſt. Dann ſtopfe man ſie ſorgfältig zu.

So oft ſie leuchten ſoll, öffne man ſie, daſs atmoſphäriſche Luft zutreten kann, und verſtopfe ſie wieder. Der leere Theil der Flaſche erſcheint dann leuchtend, und verbreitet ſo viel Licht umher, als eine dunkel brennende gewöhnliche Lampe. Verſchwindet das Licht, ſo braucht man den Stöpſel

nur zu öffnen, um es wieder erſcheinen zu machen. Bei kalter Witterung muſs man die Flaſche etwas in der Hand erwärmen, ehe man ſie aufmacht, ſonſt leuchtet ſie nicht. Eine ſolche Flaſche läſst ſich 6 Monate lang jede Nacht gebrauchen; man hat von ihr keine Feuersgefahr zu beſorgen, und ſie koſtet nur ſehr wenig.

XV.

*Groſsblättriger Glimmer in Hindoſtan.**)

— — Ich bin ungewiſs, ob man in England weiſs, daſs viele Hügel in Bahar und in andern Theilen Hindoſtans eine ungeheure Menge von groſsblättrigem Glimmer oder ruſſiſchem Glas in ſich ſchlieſsen. Die Eingebornen und die Chineſen machen daraus ſehr hell leuchtende Laternen, Scheiden und Zierathen, welche mit allerlei Farben bemahlt werden. Auch brauchen ſie ihn in der Medicin; gebrannt und gepulvert ſollen ſie ihn für ein Specificum gegen hartnäckigen Huſten und Schwindſucht halten. Gepulvert wird er gebraucht, das indianiſche Papier zu verſilbern, dient als Streuſand, und zu vielerlei anderem. Der Preis des beſten in Tafeln, die ungefähr 2 Linien dick ſind, geſpalten, iſt für 84 Pf. Avoir du poids 6 Rupien. Lieſse ſich davon in England irgend ein Gebrauch machen, ſo würde er ſich als Ballaſt mit ſehr unbedeutenden Koſten dahin bringen laſſen.

*) Aus einem Briefe Machlachlan's, Calcutta den 4ten Oct. 1803, in Nicholſons *Journal*, Vol. 10, p. 295.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ZWEITES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über die Adhäſion der Waſſertheilchen unter einander,*

von

BENJAMIN Grafen VON RUMFORD,
Vice-Präſid. der Londner Societät und auswärt. Mitglied des Nat.-Inſt. in Paris.

(Eine Vorleſung, geh. in ein. öff. Sitz. der erſt. Klaſſe des franz. National-Inſtituts am 7ten Julius 1806.) *)

Man ſieht häufig auf der Oberfläche von Waſſer kleine feſte Körper ſchwimmen, die von einem viel gröſsern ſpecifiſchen Gewichte als dieſe Flüſſigkeit ſind; z. B. kleine Sandkörnchen, ſehr feine Metallfeile und ſelbſt ſehr kleine Nähnadeln.

Eine ſo auſserordentliche Erſcheinung iſt der Aufmerkſamkeit der Naturforſcher nicht entgangen.

*) Aus dem Original frei überſetzt von *Gilbert.*

Es war vor kurzem davon die Rede in einer der Sitzungen der erſten Klaſſe des National-Inſtituts; und da dieſe merkwürdige Thatſache mit einer Unterſuchung, die mich ſeit langer Zeit beſchäftigt, auf das genaueſte zuſammen hängt, ſo will ich dieſer Verſammlung einige Verſuche mittheilen, welche ich in der Abſicht, dieſen Gegenſtand aufzuklären, ſo eben angeſtellt habe, und bei denen ich auf ziemlich pikante Reſultate geführt worden bin.

Man hält faſt allgemein die Luft, welche an der Oberfläche der kleinen ſchweren auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper feſt ſitzt, für die unmittelbare Urſache, daſs dieſe Körper über dem Waſſer ſchweben bleiben. Mir ſchien ſie hierzu nicht unentbehrlich zu ſeyn. Darüber ſollten mich folgende Verſuche belehren.

Verſuch 1. In ein kleines Glas, das einen Fuſs hatte und am Rande $1\frac{1}{2}$ Zoll weit war, füllte ich etwas *Waſſer* und goſs darüber eine Lage Schwefel-Aether von der Dicke von $\frac{1}{4}$ Zoll. Als alles vollkommen in Ruhe war, tauchte ich eine ſehr kleine Nähnadel, die ich mit einer feinen Zange horizontal hielt, in den Schwefel-Aether, führte ſie in dieſer Lage bis ungefähr 1 Linie vom Waſſer herab, und lieſs ſie fallen. Sie ſank bis an die Oberfläche des Waſſers; hier aber erhielt ſie ſich ſchwimmend.

Verſuch 2. Zinn, das ich geſchmelzt, in eine ſphäriſche Granulirbüchſe gegoſſen und ſtark geſchüttelt hatte, war bei dieſem Granuliren zu einem ſchwarzen Pulver geworden. Als ich es

nach dem Sieben mit einer Loupe beſah, zeigte es ſich als lauter kleine Kügelchen von verſchiedener Gröſse; alle dieſe Kugeln waren zu klein, als daſs ſich ihre Geſtalt mit bloſsem Auge ohne Hülfe der Loupe erkennen lieſs. Von dieſem Metallpulver nahm ich ſehr wenig auf die Spitze eines Spatels, und ſchüttete es ſanft aus der Höhe von $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Oberfläche des Aethers, der auf dem Waſſer im Glaſe ruhte. Die Metalltheilchen ſanken alleſammt durch die Aetherlage hindurch, als ſie aber die Oberfläche des Waſſers erreicht hatten, blieben ſie auf ihr ſchwimmen.

Verſuch 3. Ich hatte einen Tropfen Queckſilber auf einen Porzellänteller fallen laſſen, und zertheilte ihn in eine groſse Menge ſehr kleiner Kügelchen. Ein 5 Zoll langer und $\frac{1}{2}$ Linie dicker Meſſingdraht, den ich am Ende in einen rechten Winkel hatte biegen, platt ſchlagen, etwas aushöhlen und zuſchärfen laſſen, ſo daſs er eine Art kleiner Hacke bildete, diente mir, dieſe Queckſilbertröpfchen einzeln aufzuheben und in den Aether bis dicht über die Waſſerfläche herab zu führen. Ein Queckſilbertröpfchen $\frac{1}{5}$ Linie im Durchmeſſer, das ich $\frac{1}{3}$ Linie über dem Waſſer ſanft herab gleiten lieſs, blieb wiederum an der Oberfläche des Waſſers ſchweben, als es bis zu ihr herab geſunken war. Hielt man das Auge etwas niedriger als die Waſſerfläche, ſo daſs man das Tröpfchen von unten herauf ſah, ſo ſchien es, als ſchwebe es in einem Sacke, etwas über der Horizontalebene des Waſſers. Ich brachte ein zwei-

I 2

tes Queckſilbertröpfchen auf das Waſſer, ſogleich näherte es ſich dem erſten mit zunehmender Geſchwindigkeit, und ſtürzte ſich in denſelben Sack, der nun länger wurde, die beiden Tröpfchen floſſen aber nicht zuſammen. Auch ein drittes Queckſilbertröpfchen, das ich auf das Waſſer brachte, ſchwamm zu den beiden andern; das vereinte Gewicht dieſer drei Tropfen war aber zu groſs, als daſs die Art von Haut, welche ſich an der Oberfläche des Waſſers bildet, ſie noch hätte tragen können; der Sack riſs, und die Kügelchen ſanken durch das Waſſer bis an den Boden des Glaſes hinab.

Wurde dieſer Verſuch mit etwas gröſsern Queckſilberkügelchen angeſtellt, die $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer hatten, ſo durchbrachen die Tröpfchen jedes Mahl die Waſſerhaut und ſanken bis an den Boden des Glaſes hinab. Wenn ich indeſs die Klebrigkeit des Waſſers dadurch vermehrte, daſs ich darin ein wenig arabiſches Gummi auflöſte, ſo blieben ſelbſt noch gröſsere Queckſilbertropfen über der Waſſerfläche ſchweben.

Queckſilbertröpfchen, die, wenn man ſie ganz ſanft auf das Waſſer brachte, ſich darauf ſchwimmend erhielten, thaten dieſes nicht, wenn man ſie aus einer etwas zu groſsen Höhe herab ſinken lieſs, ſondern bahnten ſich dann ſtets einen Weg durch die Waſſerhaut bis an den Boden des Glaſes.

Alle bisher erzählte Verſuche habe ich mit Waſſer wiederhohlt, auf das ich ſtatt des Schwefel-Aethers eine Lage *Terpenthinöhl* gegoſſen hatte; und

dann auch mit Waſſer, über dem eine Lage *Olivenöhl* ſtand. Die Reſultate waren den vorigen in jeder Hinſicht ähnlich. Doch glaubte ich zu bemerken, daſs in dieſen Fällen noch etwas gröſsere Queckſilberkügelchen, als in dem vorigen, auf der Waſſerfläche ſchweben bleiben; und bei dem Verſuche mit Zinnpulver ſchwammen einige wenige der feinſten Zinntheilchen an der Oberfläche des Oehls.

Verſuch 4. Ich hatte Mittel gefunden, über dem *Waſſer* im Glaſe eine Lage *Alkohol* ſo zu verbreiten, daſs beide Flüſſigkeiten eben ſo beſtimmt abgeſchnitten erſchienen, als Oehl und Waſſer. Nun ſchüttete ich aus einer ſehr kleinen Höhe etwas vom feinſten Zinnpulver auf den Alkohol. Es ſank nicht bloſs durch die Lage Alkohol, ſondern auch durch das Waſſer hinab, ohne daſs ſich eine Spur von Widerſtand an der Oberfläche des Waſſers geäuſsert hätte. Ich glaubte daher, dieſe Oberfläche ſey nicht mehr vorhanden, ſo deutlich ſie ſich übrigens auch dem Auge zu zeigen ſchien: und es war in der That wahrſcheinlich, daſs die chemiſche Einwirkung des Alkohols auf das Waſſer, da, wo es daſſelbe berührte, ſie zerſtört hatte.

Ich wünſchte die Art von Haut, welche das Waſſer an ſeiner Oberfläche zu bilden ſcheint, genauer zu unterſuchen; zu dem Ende ſtellte ich den folgenden Verſuch an.

Verſuch 5. Es wurde in ein cylindriſches Glas mit ſolidem Fuſse, das 14 Linien weit und 10 Zoll hoch war, ſehr flüſſiges und klares Waſſer $9\frac{1}{2}$ Zoll

hoch gegoſſen, und darüber eine Lage *Aether* 3 Linien dick, und ich brachte nun mehrere kleine Körper hinein, welche auf der Waſſerfläche ſchweben blieben: ein Kügelchen Queckſilber, 2 bis 3 Linien lange Stücke ſehr feinen Silberdrahts, und ein wenig Zinnpulver. Als alles in völliger Ruhe war, nahm ich das Glas in beide Hände, hob es vorſichtig auf, und drehte es, indem ich es immer ſenkrecht hielt, zwei bis drei Mahl ziemlich ſchnell um ſeine Achſe. Die kleinen Körper, welche auf dem Waſſer ſchwammen, drehten ſich alle zugleich mit dem Glaſe, und kamen zugleich mit demſelben in Ruhe. Das flüſſige Waſſer unter der Oberfläche dagegen, nahm die Kreisbewegung des Glaſes nicht ſogleich an, und verlor ſie nicht plötzlich, wenn ich aufhörte, das Glas um ſeine Achſe zu drehen. Kurz, es hatte ganz den Anſchein, daſs ſich auf der Oberfläche des Waſſers eine wahre Haut befinde, und daſs dieſe Haut ſo feſt an den Wänden des Glaſes ſitze, daſs ſie mit denſelben zugleich ſich bewegen und ruhen müſſe.

Als ich die kleinen auf dem Waſſer ſchwebenden Körper mit einer guten Loupe durch den Aether hindurch betrachtete, blieb mir kaum noch ein Zweifel, daſs wirklich eine ſolche Art von Haut an der Oberfläche des Waſſers vorhanden ſey, beſonders, wenn ich dieſe mit der Spitze einer Nadel berührte. Denn man ſah dann die kleinen Körper, welche von dieſer Haut getragen wurden, alle zugleich erzittern.

Ich hatte dieſen kleinen Apparat in einem Zimmer ruhig ſtehen laſſen, bis aller Aether verdunſtet war. Als ich nun die Oberfläche des Waſſers wiederum mit der Loupe beſah, fand ſie ſich noch genau in demſelben Zuſtande. Die kleinen Körper ſchwammen noch auf ihr, und befanden ſich an denſelben Stellen und in derſelben Entfernung von einander.

Wurde dieſer Verſuch mit einem cylindriſchen Glaſe von einem viel gröſsern Durchmeſſer angeſtellt, ſo war die Wirkung, welche von der Adhäſion der Waſſerhaut an den Wänden des Glaſes herrührt, in den Theilen nahe bei der Achſe minder merklich. Es war mir ſchwer, zu verhindern, daſs die kleinen auf dem Waſſer ſchwebenden Körper ſich nicht vereinigten; und geſchah dieſes, ſo wurde die Maſſe häufig zu ſchwer, um ſchweben zu bleiben; ſie durchbrachen die Haut des Waſſers, und ſanken an den Boden des Glaſes hinab.

Wenn die Waſſertheilchen ſtark an einander adhäriren, ſo, dünkt mich, ſey es eine nothwendige Folge dieſer Adhäſion, daſs an der obern Fläche des Waſſers, und ſelbſt *an allen Oberflächen* deſſelben, eine Art von Haut entſteht; die kleinſten Theilchen des Waſſers, oder vielmehr kleine flüſſige Maſſen, die aus einer groſsen Menge ſolcher Theilchen beſtehen, mögen übrigens noch ſo beweglich ſeyn, wenn ſie ſich entfernt von der Oberfläche befinden, und alſo ihre Flüſſigkeit ein freies Spiel hat.

Wenn ein kleiner feſter Körper, den man auf die Oberfläche des Waſſers bringt, naſs wird, ſo befindet er ſich in dem Augenblicke *unter der Haut dieſer Flüſſigkeit*, und dieſe Haut kann ihn nicht mehr verhindern, herab zu ſinken. Bei dieſem Sinken äuſsert die Klebrigkeit des Waſſers ſich auf eine ganz andere Art, die jedoch hier unendlich weniger merkbar iſt, als in ihrer Wirkung an den Gränzen der Flüſſigkeit; doch es iſt noch nicht Zeit, dieſen Theil des Gegenſtandes zu berühren.

Bei dem folgenden Verſuche hatte ich die Abſicht, den Widerſtand ſichtbar zu machen, welchen die Haut an der *untern Fläche einer Waſſerſchicht* einem feſten Körper leiſtet, der in dem Waſſer frei herab ſinkt.

Verſuch 6. Ich füllte ein kleines mit einem Fuſse verſehenes Glas mit ſehr reinem und unbeſchmutztem *Queckſilber* zur Hälfte an, und goſs darüber 3 Linien hoch Waſſer, und über das Waſſer eine Lage *Aether* von 2 Linien Dicke. Als alles in Ruhe war, lieſs ich ein kleines Queckſilbertröpfchen, $\frac{1}{3}$ Linie dick, durch den Aether hinab ſinken. Es war zu ſchwer, um von der Haut an der obern Fläche des Waſſers zurück gehalten zu werden, zerriſs ſie, und ſank durch das Waſſer bis an die untere Fläche deſſelben hinab. Hier aber blieb es ſtehen, ohne mit der Queckſilbermaſſe, auf der es dem Anſcheine nach ruhte, zuſammen zu flieſsen, und es verlor ſeine Kugelgeſtalt ſelbſt dann nicht,

wenn ich es mit dem Ende einer Feder hin und her bewegte, oder etwas drückte.

Unſtreitig war es die Haut der untern Fläche der Waſſerſchicht, welche das Kügelchen verhinderte, die Queckſilbermaſſe zu berühren; und da die Haut auf dieſer Maſſe auflag und von ihr getragen wurde, ſo überraſchte es mich nicht, daſs ſie ein Queckſilberkügelchen zu tragen vermochte, welches viel zu groſs war, um nicht die Haut der obern Waſſerfläche zu zerreiſsen.

Daſs dieſes der wahre Grund iſt, warum das Queckſilberkügelchen an der untern Fläche des Waſſers ſchweben blieb, davon überzeugte ich mich noch mehr, als ich dieſen Verſuch wiederhohlte, mit dem einzigen Unterſchiede, daſs ich ſtatt des reinen Waſſers Waſſer nahm, worin arabiſches Gummi aufgelöſt worden war. In der That blieben jetzt viel gröſsere Queckſilbertröpfchen ſchweben, da die Klebrigkeit des Waſſers hierdurch vermehrt worden war.

Ich ſtellte ferner den Verſuch ſo an, daſs ich über das Queckſilber bloſs eine Lage *Aether* goſs. Die Theilchen dieſer Flüſſigkeit ſcheinen ſehr wenig Adhäſion unter einander zu haben, und deshalb glaubte ich, die Art von Haut, welche ſich an den Oberflächen derſelben bilde, werde nur wenig tragen können. Das Reſultat des Verſuchs beſtätigte dieſe Vermuthung völlig. Selbſt die kleinſten Queckſilbertröpfchen, welche ich durch den Aether hinab ſinken lieſs, floſſen faſt immer ſogleich mit

der Queckſilbermaſſe zuſammen, und verſchwanden, und nie iſt es mir gelungen, auf der obern Fläche des Aethers ein Tröpfchen Queckſilber oder das kleinſte Theilchen Zinn oder irgend einen Körper, der ſpecifiſch ſchwerer als dieſe Flüſſigkeit war, zum Schwimmen zu bringen.

Die Reſultate dieſes Verſuchs waren nicht merklich anders, als ich *Alkohol* ſtatt des Aethers nahm.

Man weiſs, wie auſserordentlich ſchnell der Aether verdunſtet. Sollte nicht auch dieſes ein Beweis ſeyn, daſs die kleinſten Theilchen deſſelben mit ſehr viel weniger Kraft an einander adhäriren, als die kleinſten Theilchen des Waſſers? Doch der folgende Verſuch giebt hierfür einen entſcheidenden Beweis.

Verſuch 7. Ich füllte ein kleines Glas zur Hälfte mit Queckſilber, goſs darüber eine 4 Linien dicke Schicht Aether, und blies auf ſie mit einem gewöhnlichen Hand-Blaſebalg. In weniger als 1 Minute war aller Aether verſchwunden. Als ich dieſen Verſuch mit Waſſer wiederhohlte, hatte ſich die Menge deſſelben nach 1 Minute noch nicht merklich vermindert.

Was wir von unſrer Kindheit an täglich zu ſehen gewohnt ſind, wird für uns ſelten ein Gegenſtand des Nachdenkens, und pflegt kaum noch unſre Aufmerkſamkeit zu feſſeln. Wir ſehen, ohne in Erſtaunen zu gerathen, den Wind ganze Wolken von Staub aufheben und weit wegführen; und doch wiſſen wir, daſs jedes Staubtheilchen wahre Felsmaſſe

iſt, drei Mahl ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, und ſo groſs, daſs die Geſtalt deſſelben ſich unter einem guten Mikroſkope vollkommen erkennen läſst. Und ohne Verwunderung ſehen wir gleich daneben den Wind über Waſſer hinſtreichen, das weit leichter als der Staub iſt, und deſſen Theilchen noch ohne Vergleichung kleiner ſind, ohne daſs das Waſſer auf dieſelbe Art vom Winde fortgeführt wird.

Wir können uns nicht beſſer davon überzeugen, daſs die Waſſertheilchen durch Adhäſion ſtark an einander gefeſſelt ſind, ja daſs ſie es ſeyn müſſen, ſoll auf der Erde nicht alles aus dem Gleiſe kommen, als wenn wir uns die Folgen vorſtellen, welche eintreten müſsten, wenn dieſe Kraft der Adhäſion in ihnen plötzlich aufgehoben würde.

Da dann der Wind die Waſſertheilchen noch ſehr viel leichter als den feinſten und leichteſten Staub entführen würde, ſo müſste bei jedem ſtarken und anhaltenden Winde, der vom Ocean herblieſe, eine Ueberſchwemmung entſtehen; die Schifffahrt wäre nicht länger möglich, und die Ufer des Meeres, der Seen und groſser Ströme würden völlig unbewohnbar ſeyn. Daſs das Waſſer in Maſſe beiſammen bleibt, davon iſt die Adhäſion der Waſſertheilchen unter einander die Urſache. Sie bedeckt das Waſſer an der Oberfläche mit einer ſehr ſtarken Haut, welche daſſelbe ſchützt, daſs es nicht vom Winde zerſtreut wird. Ohne dieſe Adhäſion würde das Waſſer flüchtiger als der Aether ſeyn, und wandelbarer als der Flugſand.

Sie iſt auch die Urſache einiger andern Phänomene, welche für den Haushalt der Natur von der höchſten Wichtigkeit ſind.

Die Klebrigkeit, welche aus der Adhäſion der Theilchen an einander entſteht, macht das Waſſer geſchickt, allerlei Körper aufgelöſt zu erhalten, die leichteſten, wie die ſchwerſten, wenn ſie nur in höchſt feine Theilchen zertheilt ſind. Ich finde durch eine Rechnung, welche auf Thatſachen beruht, die ich für ausgemacht halte, daſs ein Kügelchen reinen und feſten Goldes, deſſen Durchmeſſer $\frac{1}{3000000}$ Zoll betrüge; vermöge der Klebrigkeit des Waſſers, in einer ruhigen Maſſe deſſelben ſchweben bleiben würde, ſelbſt wenn es ringsum naſs wäre.

Dieſe Klebrigkeit, dieſer Mangel an vollkommener Flüſſigkeit, welcher macht, daſs das Waſſer allerlei Art von Subſtanzen in ſich ſchwebend und aufgelöſt erhält, macht es auch ſo vorzüglich geſchickt, das Vehiculum der Nahrung für Pflanzen und für Thiere zu ſeyn; und wir ſehen in der That, daſs es dieſes Amt ausſchlieſslich verſieht. Hörte die Adhäſion der Waſſertheilchen unter einander plötzlich auf; würde das Waſſer mit Einem Mahle vollkommen flüſſig: ſo müſsten alle lebende Geſchöpfe an Erſchöpfung umkommen.

Es ſey mir erlaubt, auf die Einfachheit der Mittel aufmerkſam zu machen, deren die Natur ſich zu ihren Zwecken bedient, und tiefe Bewunderung und Anbetung für den auszudrucken, der der Urheber ſo vieler Wunder iſt.

II.

Ueber Feſtigkeit und Flüſſigkeit,

von

H. F. Link,
Profeſſor zu Roſtock. *)

Die Feſtigkeit wurde lange für die Grundeigenſchaft der Materie genommen. Dieſes führt nothwendig auf Atome. Wir entgehen dieſen nur, wenn

*) Ich entlehne die folgenden Ideen aus einem der geiſtreichſten Werke, welches ſeit mehrern Jahren in Deutſchland im Gebiete der Naturwiſſenſchaften erſchienen iſt: *Ueber Naturphiloſophie*, von Link. Leipz. 1806. Sie ſtehn in einer ſehr genauen Beziehung mit dem vorigen Aufſatze, mit welchem der Herr Graf von Rumford ſich einen neuen Lorbeerzweig zu erringen beginnt, und werden in dieſer Verbindung wahrſcheinlich die Aufmerkſamkeit finden, welche ſie verdienen, und die ihnen bisher nicht geworden zu ſeyn ſcheint. Daſs das, wovon Herr Graf von Rumford als von einer *Haut* ſpricht, von ihm nicht wirklich für eine Haut gehalten wird, ungeachtet es beſonders S. 129 ſo ſcheint, ſchlieſse ich daraus, weil er es ſelbſt für etwas erklärt, das durch die Adhäſion der Waſſertheilchen an einander bewirkt wird, indem das Waſſer an den Oberflächen ſeine Flüſſigkeit nicht frei äuſsern kann. Nur im Innern der

wir die Feſtigkeit von der Flüſſigkeit ableiten, und dieſes will ich hier verſuchen.

Flüſſigkeit iſt Verſchiebbarkeit aller Theilchen mit der kleinſten Kraft, weil dort Gleichförmigkeit der Berührung rings umher Statt findet. An den äuſsern Flächen, wo die letztere fehlt, muſs auch die erſtere fehlen. So viel ich einſehe, iſt dieſes ſo wohl der wahre Erklärungsgrund des Hrn. Grafen von Rumford, als der des Hrn. Prof. Link, welcher darauf eine ſehr einfache Theorie der Feſtigkeit gründet. Auch der 5te Verſuch des Grafen von Rumford erklärt ſich hieraus; denn iſt an der Oberfläche der Flüſſigkeit Mangel an Verſchiebbarkeit der Theilchen unter einander, ſo müſſen die Erſcheinungen dort ſo ſeyn, als mangele es an Flüſſigkeit und als wäre feſter Zuſammenhang da mit den Glaswänden.

Folgende Stelle aus der *Bibliotheque Britannique*, *Aouſt* 1806, wird hier einen ſchicklichen Platz finden. Sie rührt von Herrn Tardy de la Broſſy, *ancien Capitaine de Génie*, her, der zwar oft, doch nicht immer mit Glück, (vergl. *Annalen*, XXIV, 389,) in ihr als Kritiker über Gegenſtände der Phyſik auftritt. „Würden dieſe Queckſilber„kügelchen von 0,2 Linien Durchmeſſer, welche „auf dem Waſſer ſchwimmen, nicht in daſſel„be hinab ſinken, ohne Zwiſchenkunft einer an„dern Kraft, welche ihrer Schwere wirkſam wi„derſteht? und dieſe Kraft, welche ſie beim Ue„bergange aus einem Mittel in das andere zurück „hält, iſt ſie eine andere, als die Verwandtſchaft „oder die Anziehung zwiſchen dieſen Kügelchen „und der Oehl- oder Aetherlage, durch die ſie

Der Charakter eines flüſſigen Körpers beſteht darin, daſs ſich die Theilchen deſſelben durch die

„hindurch gegangen ſind? Die Intenſität dieſer „Verwandtſchaft ſey, welche man wolle, immer „findet in dieſem Falle eine relative Adhärenz in „ihrem *Maximo* Statt, weil das Oehl die ganze „Oberfläche berührt, indeſs die Verwandtſchaft „des Waſſers mit dieſen Kügelchen, ſey ſie auch „noch ſo groſs, doch verhältniſsmäſsig unwirkſam „iſt, indem ſie nur aus der Ferne, oder doch „nur auf einen kleinen Theil der untern Fläche der „Kügelchen wirkt. Es wird hieraus begreiflich, „wie in den Verſuchen des Grafen von Rum- „ford das Gewicht eines Queckſilberkügelchens „von 0,2 Linien Durchmeſſer ſo weit vermindert „werden konnte, daſs es weniger ſchwer war als „das Waſſer, auf welchem es ſchwamm, und in „das es ſich, wie alle leichtere Körper, ſo tief ein- „ſenkte, als dieſer Ueberreſt an Gewicht es mit „ſich brachte. Vereinigen ſich mehrere Kügelchen „in dieſe Einſenkung, welche der Herr Graf bild- „lich einen Sack nennt, ſo vermehrt ſich das Ge- „wicht ſtärker als die Oberfläche; die Einſenkung „wird daher tiefer, und ſie tauchen ſich endlich „ganz unter. Dieſelbe Erklärung paſst auf den „6ten Verſuch, bei dem das Waſſer auf dem Queck- „ſilber ruhte."

Statt weitläuſiger Widerlegungen nur ein paar Fragen: Warum gelang der 6te Verſuch nicht mit Aether? warum gelangen die übrigen Verſuche nicht, als Alkohol über dem Waſſer ſtand? Beides hätte geſchehen müſſen, wäre des Hrn. Tardy de la Broſſy Erklärung die wahre. Als zwei und

geringſte bewegende Kraft an einander verſchieben laſſen. Es iſt auffallend, daſs dieſes Kennzeichen, welches Newton ſchon richtig angab, bis auf Kant vergeſſen wurde. Man ſetzte gewöhnlich die Flüſſigheit in die höchſt geringe Anziehung der Theilchen zu einander. Ein Tropfen widerlegt dies. Eine Platte wird vom Waſſer nur durch eine beträcht-

drei Kügelchen im 6ten Verſuche in demſelben Sacke zuſammen kamen, *ohne ſich zu vereinigen*, wurde keinesweges die Maſſe in gröſserm Verhältniſſe als ihre Oberfläche vermehrt; ſeine Erklärung dieſes Falles iſt alſo unſtatthaft. Wie will ferner Hr. Tardy de la Broſſy das Schwimmen kleiner ſchwerer Körper auf Flüſſigkeiten, über denen keine andere Flüſſigkeit ſteht, erklären? doch nicht etwa aus der Verwandtſchaft derſelben zur Luft? Und endlich, wenn nach ihm das Queckſilberkügelchen ringsum vom Oehle berührt wird, wie kann da aus der Anziehung des Oehls zum Queckſilber in dem Kügelchen ein Beſtreben, nicht zu ſinken, entſtehen? wird es dann nicht durch dieſe Anziehung nach allen Richtungen mit gleicher Kraft getrieben, herabwärts gerade eben ſo ſtark als heraufwärts? Das Waſſer vermag dem Oehle die Queckſilberfläche nicht ſtreitig zu machen, wie die Adhäſionsverſuche lehren, von denen *Annalen*. XXIV, 121 f., die Rede geweſen iſt; und aus denſelben Verſuchen erhellt auch, daſs die Oehltheilchen mit den Waſſertheilchen mehr Adhäſion als unter einander haben. Lauter Gründe, warum mir die Erklärung des Herrn Tardy de la Broſſy in dieſem Falle nichts zu erklären ſcheint. *Gilb.*

beträchtliche Gewalt abgeriſſen, und zwar benetzt abgeriſſen; alſo wird der Zuſammenhang der Waſſertheilchen aufgehoben, nicht bloſs das Anhängen des Waſſers an die Platte. Es iſt der gänzliche Mangel an Reibung, an dem Widerſtande, welchen ein Theilchen auf das andere leiſtet, wodurch ſich die flüſſigen Körper beſonders auszeichnen. Dieſer Mangel zeigt ſich auch in dem Verhalten, welches der erſte hydrauliſche Lehrſatz ausſagt. Die Geſchwindigkeit, womit das Waſſer aus einer engen Oeffnung flieſst, wenn die Waſſerhöhe im Gefäſse unverändert bleibt, verhält ſich wie die Wurzel aus den Höhen: ſo bald nämlich die ganze Säule bis an die Oberfläche zum Fluſſe gekommen iſt, welches bald geſchieht, fallen die Theile im Waſſer eben ſo herab, als im Freien, ohne die mindeſte Reibung, und ohne den geringſten Aufenthalt. Jedes Theilchen eines flüſſigen Körpers ſtrebt ſich ferner nach allen Richtungen mit der Kraft zu bewegen, womit es nach einer gedrückt wird. Dieſes iſt ein allgemeiner Ausdruck für den Seitendruck der flüſſigen Körper und ihr Beſtreben, eine Horizontalebene auf ihrer Oberfläche zu bilden.

Wo iſt nun das Phyſiſch-Einfache, wo das Zuſammengeſetzte? Im Feſten, oder im Flüſſigen? Offenbar liegt das Einfache im Flüſſigen. Hier iſt Mangel an Reibung, dort ein Widerſtand zwiſchen den Theilchen, welcher von Etwas herrühren muſs. Hier iſt Gleichheit der Wirkungen auf jedes Theilchen, dort Ungleichheit. Aber was noch vorzüg-

lich hierbei in Betrachtung zu ziehen iſt: der flüſſige Körper erſcheint in allen Theilen, die nur künſtlich beſtimmt werden, ſich gleich, der feſte hingegen, ſo gleichförmig er ſcheinen mag, ſtellt ſich, wenigſtens dem bewaffneten Auge, als ein Haufen von natürlich getrennten *Blättchen* oder *Faſern* dar. Feſtigkeit kann alſo auf keine Weiſe eine urſprüngliche Eigenſchaft der Körper ſeyn; jene Zuſammenſetzung der Blättchen oder Faſern findet erſt Statt, wenn der flüſſige Körper in den feſten übergeht, und es iſt zu erforſchen, wie und auf welche Weiſe es geſchehe.

Es iſt Zuſammenhang in flüſſigen Körpern; wir können uns alſo des Ausdrucks: anziehende Kräfte, bedienen. Soll ein Theil ſich zwiſchen den andern ſo bewegen, als ob dieſe nicht vorhanden wären, wie es im flüſſigen Körper der Fall iſt, ſo müſſen die Wirkungen der anziehenden Kräfte für dieſes Theilchen ſich einander aufheben, entgegen geſetzt und gleich ſeyn. Für zurück ſtoſsende Kräfte, wenn man ihrer nöthig hätte, müſste daſſelbe gelten. Gegen die Oberfläche zu, wo von einer Seite, weniger Theilchen wirken, findet kein Unterſchied der Flüſſigkeit Statt; alſo rühren jene Wirkungen nur von den nahe umgebenden Theilchen her. *Flüſſig* heiſst folglich ein Körper, wenn ſich die Wirkungen der anziehenden und zurück ſtoſsenden Kräfte unter der Oberfläche überall einander aufheben, ſo daſs ſich jedes Theilchen zwiſchen den übrigen frei bewegt.

Aber *in der Oberfläche?* Hier wirken offenbar nur Theilchen von einer Seite, von der andern gar keine, oder doch Theilchen von ganz anderer Art, denen man eine gleiche Wirkung nicht zuſchreiben kann. Alſo iſt an der Oberfläche Ziehung von einer Seite, Ungleichheit der Wirkung, folglich Hinderniſs des Verſchiebens, *und der flüſſige Körper erſcheint an der Oberfläche feſt.*

Fragen wir die Erfahrung um Rath, ſo finden wir dieſes völlig beſtätigt. Körper, welche ſpecifiſch ſchwerer ſind, als Waſſer, z. B. Nadeln, ſchwimmen auf der Oberfläche deſſelben, und drücken ſich dabei gleichſam als eine Haut nieder. Man muſs ſich hüten, die Haut durch unvorſichtiges Auflegen zu zerreiſsen, oder die Nadel zu benetzen, ſonſt ſinkt ſie ſogleich unter. Gewöhnlich wird dieſes den anhängenden Luftblaſen zugeſchrieben. Aber man entdeckt dieſe nirgends, die Nadel liegt vielmehr ganz über dem Waſſer, und man müſste annehmen, die Luft halte ſie durch ihre Adhäſion ſchwebend. Einen Körper, ſo ſchwer, als der Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichts von Waſſer und Metall beträgt, erhält doch die Luft nirgends ſchwebend, folglich iſt dieſe Erklärung keinesweges zutreffend.

Wie wenn nun ein Körper aus ſehr vielen Oberflächen beſtände? Müſste dann nicht der Widerſtand, der ſich bei einem flüſſigen Körper ein Mahl, nämlich an der Oberfläche, befindet, eben ſo oft wiederhohlt werden, als Oberflächen da ſind? Müſs-

te er nicht, bei Vermehrung der Oberflächen, *feſt* erſcheinen? Eine Menge von Blättchen, in einiger Entfernung von einander, mit andern durchkreuzt, damit ſie ſich nicht berühren, muſs einen *feſten Körper* bilden, und eben ſo eine Menge von ſich durchkreuzenden Faſern. In dieſen dünnen Blättchen, in dieſen Faſern iſt alles, wie im flüſſigen Körper, und das Ganze iſt doch *feſt.* *)

Die Erfahrung kommt uns zu Hülfe. Im Mineralreiche ſind faſt alle Kryſtalle aus *Blättchen* gebildet, die ſich in verſchiedenen Richtungen durchkreuzen und einander nicht berühren; ſonſt würde man ſie als Blättchen nicht wahrnehmen können. In den übrigen Foſſilien finden wir auch, je härter ſie ſind, deſto deutlichere Spuren des blättrigen Gewebes. Die *Faſern* gehören dem organiſchen Reiche an, ob wir gleich auch in dieſem feine Blätt-

*) Ich habe ſchon vor mehrern Jahren dieſe Theorie in einem Aufſatze in den *Annales de Chimie* vorgetragen. Er war die Folge einer Unterredung mit Fourcroy, (welcher den Aufſatz auch hat einrücken laſſen,) über den damahligen Zuſtand der Phyſik und Chemie in Deutſchland. In Herrn von Crell's *chemiſchen Annalen* wurde der Aufſatz überſetzt. Der Ueberſetzer fragt in einer Anmerkung: Sind aber nicht dieſe Blättchen ſchon feſte Körper? Ich erſchrak, als ich dieſes las. Alſo hatte mich nicht einmahl der Ueberſetzer, der jedes Wort übertragen muſste, verſtanden!
Link.

chen als Membranen finden. Es möchte wohl wenig feſte Körper geben, wo man nicht jene Bildung aus Blättchen und Faſern entweder mit bloſsem Auge oder bei ſcharfen Vergröſserungen wahrnehmen, oder mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit vermuthen könnte.

Ein vollkommen flüſſiger Körper würde doch immer an der Oberfläche dem Verſchieben der Theilchen ein Hinderniſs entgegen ſetzen, und dieſes Hinderniſs würde auch Statt finden, wenn eine Bewegung im Innern eine Trennung der Oberfläche zur Folge hätte; aber dieſes Hinderniſs iſt geringe. Je mehr es vervielfältigt wird, deſto feſter, deſto härter iſt der Körper. So läſst ſich alſo die *Feſtigkeit* aus der Flüſſigkeit ableiten, und die *erſte Eigenſchaft* der Körper iſt nicht die Feſtigkeit, es iſt vielmehr der negative, geſtaltloſe, gleichförmige Zuſtand der Flüſſigkeit.

Die gegebene Theorie der Feſtigkeit hat wenigſtens einen groſsen negativen Nutzen. Mehrere, ſelbſt Kant, haben Schwierigkeiten bei dem Begriffe der *Auflöſung* gefunden, indem es ihnen ſchwer begreiflich ſchien, daſs die kleinen unzertheilten Theilchen der aufgelöſten Körper in einer Flüſſigkeit, welche ſie oft an ſpecifiſchem Gewicht übertreffen, ſchwimmen könnten; und ſie ſahen ſich daher genöthigt, eine Theilung ins Unendliche vorzunehmen. Andere haben die Auflöſung durch eine Anziehung des Auflöſungsmittels erklärt, wel-

che die Theilchen ſchwebend erhält. Sie dachten aber nicht daran, daſs entgegen geſetzte Wirkungen ſich aufheben, und folglich nichts leiſten; daſs jedes Theilchen des aufgelöſten Körpers nach allen Seiten gezogen wird, und dieſe entgegen geſetzten ſich aufhebenden Richtungen der Ziehkräfte das Theilchen nicht zurück zu halten vermögen, und daſs endlich auf dieſe Art die Trennung bei der Auflöſung nicht erklärt wird. Man ruft auch hier die Verwandtſchaft zu Hülfe, aber wir haben kein Beiſpiel, daſs dadurch die gleichartigen Theile eines Stoffes ſich einander abſtoſsen.

Wie nun, wenn zwiſchen die Blättchen oder Faſern eines feſten Körpers der flüſſige eindringt, ſich in dieſen Zwiſchenräumen verdichtet, ſo daſs er ganz oder beinahe die Dichtigkeit des aufzulöſenden Körpers erlangt? Offenbar wird dadurch die Ungleichheit der Anziehungen, welche von dieſen Zwiſchenräumen herrührte, aufgehoben, und mithin auch die Urſache der Feſtigkeit des Körpers. Das Gemenge iſt nun gleichförmig, in Rückſicht der Dichtigkeit; jedes Theilchen wird von den anliegenden auf gleiche Weiſe gezogen oder geſtoſsen; die Wirkungen heben ſich auf; das Theilchen iſt nun leicht beweglich, und das Ganze zu einem flüſſigen Körper geworden. Bei völliger Ruhe würde die Form des aufzulöſenden Körpers bleiben, aber die geringſte bewegende Kraft verſchiebt die Theilchen an einander und vermiſcht ſie.

Ich habe dieſer Erklärung zwar nur einen negativen Nutzen zugeſchrieben; indeſſen ſehen wir ſie von der Erfahrung beſtätigt. Ein Körper z. B., welcher ſich in Waſſer auflöſt, durchdringt nicht die ganze Waſſermaſſe. Es ſteigen Luftblaſen auf; ein Beweis von dem Eindringen des Waſſers in die Zwiſchenräume. Der Körper fällt nach und nach aus einander. Es entſteht eine Flüſſigkeit, welche aber auf dem Boden ruht, auch nur durch Schütteln mit der ganzen Waſſermaſſe vereinigt wird; und dann erſt iſt das Waſſer überall mit dem aufgelöſten Körper angefüllt, der ſich durch lange Ruhe nicht wiederum ſondert. So geſchieht nach und nach die Auflöſung, oder Verwandlung in eine flüſſige Materie auf eine ganz einfache Weiſe, und es bedarf keiner unbegreiflichen Durchdringung, oder ſonderbaren Abſtoſsung, um dieſe Erſcheinung zu erklären.

Eben ſo wird der Wärmeſtoff, wenn er in die Zwiſchenräume der Blättchen dringt, ſie von einander trennt und ohne Ordnung zuſammen bringt, dieſe Zwiſchenräume nach und nach ganz verſchwinden machen, und den feſten Körper zu einem flüſſigen umſtalten können. Die Verſchiedenheiten werden auf die Dichtigkeit und andere Eigenſchaften ſelbſt ankommen. Unſre künſtlichen Inſtrumente ſind nicht fähig, in die äuſserſt feinen Zwiſchenräume der Blättchen zu dringen, ſonſt würden ſie, gleich dem Wärmeſtoffe, aus dem fe-

ſten Körper einen flüſſigen machen. Hierin liegt auch die Urſache, warum wir einem durch mechaniſche Inſtrumente getrennten feſten Körper ſeine vorige Feſtigkeit nicht wieder geben können, wir mögen die Bruchflächen noch ſo genau, als wir können, an einander paſſen. Denn die getrennten an der Bruchfläche leicht aus ihrer Lage gebrachten Blättchen können wir nicht mehr ſo genau, jedes an ſein zugehöriges bringen, um den vorigen Körper wieder herzuſtellen.

Man ſieht aus dieſem, wie weit ſich dieſe Theorie ausdehnen, wie viel ſich daraus erklären lieſse. Aber man hüte ſich wohl, mit dieſen Blättchen und Faſern zu ſpielen, und etwas anzunehmen, was nicht bald durch die Erfahrung zu beſtätigen iſt.

Indem der Wärmeſtoff ſtrahlend die Flüſſigkeit verläſst, trennt er ihre Theile, bildet Zwiſchenräume, und zuerſt wenigſtens gerade Faſern, die unter beſtimmten von der Strahlung abhängenden Winkeln anliegen. Es iſt leicht, einzuſehen, wie ſich daraus Blättchen und feſte regelmäſsige Maſſen bilden. Gefrierendes Waſſer zeigt uns deutlich die Punkte, von welchen das Gefrieren und die Strahlung des Wärmeſtoffs anfing. Ich habe Bergkryſtalle vor mir, wo ſich die innere Struktur deutlich ſehen läſst, und wo die unter beſtimmten Winkeln anliegenden Blättchen offenbar die Kante des Kryſtalles bilden, und eine noch mehr innere Struktur verrathen, als die, worauf Hauy ſeine Sätze

gründete. Dieſer nimmt einen ſchon gebildeten Kern an, ohne deſſen Bildung weiter zu erörtern.

Ich habe der Strahlung gedacht. Als eine merkwürdige Bewegung, die in geraden Linien nach allen Richtungen geſchieht, iſt ſie oft genug mathematiſch, ſelten aber phyſiſch betrachtet worden. Sollte ſie auch bei ihrem erſten Urſprunge elaſtiſch ſeyn, ſo iſt ſie es doch nachher nicht mehr, denn ſie treibt nicht alle Körper in einer Sphäre um ſich fort. Die Erfahrung belehrt uns von dieſer ſtrahlenden Bewegung, und ſie iſt ohne Zweifel von der wichtigſten Folge. Unbegreiflich iſt nichts an den ſtrahlenden Körpern, ſo unbegreiflich auch manches beim erſten Blicke ſcheinen mag: nicht die Schnelligkeit, womit die Strahlung geſchieht, weil äuſserſt feine Stoffe einer ſolchen fähig ſind, wenn ſie durch viel gröbere bewegt werden; nicht die Kraft, womit ſie andere Materien durchdringen, denn feine Theilchen treffen auch nur feine Theilchen in den feinſten Blättchen, und die Zerſtörung, welche ſie machen, kann die Anziehung ſogleich wieder herſtellen. Mag man ſich dieſes vorſtellen, wie man will, immer wird man die Strahlung gegen die vertheidigen können, welche die Unbegreiflichkeit vorſchützen, um andere entferntere, von der Natur uns mehr ableitende Erklärungen dafür zu geben. Die Strahlungen des Wärmeſtoffs ſind auch in der Chemie und Meteorologie nicht ohne wichtige Folgen. Dieſer Stoff ſcheint ſich ela-

ſtiſch zu bewegen, indem er die Körper ausdehnt und ſchmelzt; ſtrahlend aber, indem er durch flüſſige Körper fortgeht, wie das Licht. Doch will ich nicht mehr behaupten, Licht- und Wärmeſtoff ſey eine und dieſelbe Materie, nur in der Bewegung verſchieden. Denn durch die Annahme einer verſchiedenen Bewegung läſst ſich zu viel auf Eine Materie zurück führen, und wenn man die Geſchwindigkeit nicht angeben, ihre Wirkungen nicht darſtellen kann, nützt eine ſolche Behauptung nichts.

III.

Einige neue galvani'ſche Verſuche und einige Athmungsverſuche,

von

Dr. Bunzen
zu Kopenhagen.

Herr Dr. Bunzen hat ſich ſchon vor mehrern Jahren durch die intereſſanten galvani'ſchen Verſuche mit auſserordentlich mächtigen Säulen, welche ſich in den *Annalen*, B. XV, S. 340 f., finden, als ein geſchickter Experimentator und eifriger Naturforſcher bekannt gemacht. Dieſen Ruhm ſcheint mir ſein *Beitrag zu einer künftigen Phyſiologie*, Kopenh. 1805, 144 S., 8., zu beſtätigen. Man lieſt dieſe Schrift mit Belehrung und Vergnügen, auch wenn man in alle Anſichten nicht einſtimmen, und vielleicht wünſchen möchte, der modiſchen Medicin darin weniger gehuldigt, und die Manier der neuen ſpeculativen Phyſik völlig vermieden zu ſehen, welche nur zu oft Ausrufungen ſtatt Beweiſe und Orakelſprüche ſtatt Schluſsfolgen giebt, und in deren gröſsten Theils ſehr incorrecten Lieblingsphraſen ſich nur der gefallen kann, der es für ehrenvoll hält, das Wahrzeichen der Schülerſchaft an ſich zu tragen. Wer ſeine Ideen mit ſo gut erdachten und ſo geſchickt ausgeführten Verſuchen als Herr Dr. Bunzen zu belegen weiſs, ſcheint dieſes Hülfsmittels nicht zu bedürfen. Dieſer erſte Beitrag enthält einen *Beweis*, *daſs die thieriſche Wärme weder aus mechaniſchen noch aus chemiſchen Principien hergeleitet werden kann*, *nebſt einem Verſuche zu einer neuen Erklärung nach dynamiſchen Grundſätzen*;

angehängt ſind einige *Bemerkungen über die Polarität im thieriſchen Körper.* Der erſte Aufſatz iſt mit einer Klarheit geſchrieben und mit einer Gelehrſamkeit ausgeführt, wie man ſie in den Schriften der modiſchen Medicin und Phyſik nicht häufig findet, und, was in dieſen eben ſo ſelten iſt, ſie enthält mehrere neue und wichtige Verſuche. Dieſe ſind es, welche ich dem Leſer hier mittheile. Herrn Bunzen's frühere Verſuche laſſen an der Richtigkeit derſelben ſchwerlich zweifeln, ob es gleich ſonſt allerdings bedenklich iſt, Verſuchen eines ſpeculativen Phyſikers ungeprüft zu vertrauen.

Herrn Bunzen's Ideen von der Wärme ſprechen ſich, (um mich eines Loſungsworts der neuen Naturphiloſophie zu bedienen,) in folgenden Stellen aus: — — „Man kann in der That der phlogiſtiſchen Theorie Stahl's den Ruhm einer ſinnreichen Erfindung nicht verſagen: ja, was noch mehr iſt, man muſs zugeſtehen, daſs Anhänger derſelben ſchon den allgemeinen Dualism der Natur geahndet, und daſs ſie, wenn gleich nicht deutlich eingeſehn, doch ſchon dunkel gefühlt haben müſſen: die Wärme entſtehe aus der Vereinigung eines Poſitiven und Negativen, oder, mit andern Worten: ſie ſey nichts anderes als ein Indifferenzprozeſs." — — „Wenn wir alſo bloſs unſre Schlüſſe aus den Prämiſſen deduciren wollen, die wir auf dem Wege der experimentellen Unterſuchung finden, ſo wird ſchon die Materialität des Wärmeſtoffs uns unbegreiflich vorkommen, und die Phänomene derſelben eher ein Uebergang von einer gewiſſen Form der Körper zu einer andern zu ſeyn ſcheinen. Und was iſt nun dies für eine Form, wird man fragen, in welche die Körper durch Wärme gebracht werden? Etwa die flüſſige? Aber was iſt das Flüſſige anders als das Formloſe? Und dies Flüſſige, dies Formloſe, iſt dies nicht die eigentliche Indifferenz der Natur? So wird alſo die Wärme nichts wei-

ter ſeyn können, als der allgemeine Indifferentialprozeſs der Natur. Wie ſchön dieſes Reſultat aber auf die Wärmephänomene der Organiſation paſst, wird hoffentlich weiter unten im Verfolge dieſer Unterſuchung einleuchten."

„Ich verlaſſe hier den Leſer," ſo beſchlieſst Herr Bunzen, „und wiederhohle noch ein Mahl meine Bitte um Nachſicht und gelinde Beurtheilung. Er prüfe das, was ich geſagt habe; und ſollte Eins und das Andere ihm anders vorkommen, als mir, ſo bedenke er, daſs es ungleich leichter iſt, auf einem ſchon gebahnten Wege fortzuſchreiten, und in die Fuſstapfen eines Andern zu treten, als ſich ohne Wegweiſer auf ein pfadloſes Feld zu begeben, wo zwar die Hauptſterne der Natur den aufmerkſamen Naturforſcher in etwas leiten können, wo aber die manchen noch nicht bekannten Irrwege auch ihn leicht auf eine unrechte Bahn zu bringen im Stande ſind."

Wärmeerzeugung bei der Zerſetzung des Waſſers durch einen ſehr mächtigen Strom galvaniſcher Electricität.

Schon in der Einleitung zu dieſer meiner Abhandlung, ſagt Herr Dr. Bunzen, S. 103 f., habe ich die Leſer auf die Idee zu bringen geſucht, daſs durch jedes entſtehende Gleichgewicht zwiſchen dem Attractiven und Repulſiven, und insbeſondere, daſs durch jede Verbindung der poſitiven und negativen Electricität, Wärme hervor gebracht werde. Was mich zuerſt auf dieſen Gedanken brachte, war

der überall bekannte Adams'ſche Verſuch. **Adams** nämlich *) hielt eine ſehr ſenſibles Thermometer in den electriſchen Strom zwiſchen 2 hölzernen Kugeln. Es ſtieg darauf von 65° Fahrenh. zu 100°, 105°, 110°. Herr Dr. **van Marum**, **) der dieſen Verſuch nachmachte, brachte das Thermometer ſogar dahin, daſs es von 45° bis zu 152° ſtieg.

Ferner iſt es einleuchtend, daſs die Schmelzung und Verkalkung der Metalle nicht durch Hitze bewirkt wird, welche durch eine Art von Verbrennung derſelben vom Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft abgeſchieden wird, ſondern daſs hier die Hitze aus der Vereinigung zwiſchen der poſitiven und negativen Electricität ihren Urſprung nimmt; ***) eine ähnliche Bewandtniſs hat es mit dem Verbrennen der Metalle, welches an der galvani'ſchen Säule hervor gebracht wird. Daſs Herr Dr. **van Marum** Metalle in mephitiſchen Luftarten und unter Waſſer ſchmelzte, beſtärkte mich noch mehr in meiner Vermuthung.

Um noch mehr jene Meinung zu begründen, wollte ich ſelbſt eine Reihe von Verſuchen anſtellen. Die erſte Gelegenheit, welche ſich mir hier-

*) Siehe deſſen *Eſſay on Electricity*, Edit. 2. London 1785, S. 384. *B.* [**Nicholſon**, *Annalen*, XX, 336, ſchreibt dieſen Verſuch dem bekannten Künſtler **Nairne** zu. *d. H.*

) S. **Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 3, S. 7.

***) Vergl. *Annalen*, XXIV, 342. *d. H.*

zu darbot, war folgende. Ich hatte, in der Abſicht, Verſuche anderer Art anzuſtellen, eine galvani'ſche Batterie von 1500 Abwechſelungen von Kupfer, Zink und Pappſcheiben, die in einer Salmiakſolution durchgefeuchtet waren, erbaut. Da ich damahls gerade keinen Gasentwickelungsapparat, wobei ſich ein Thermometer hätte anbringen laſſen, bei der Hand hatte, ſo ſchloſs ich die Kette durch eine einfache mit deſtillirtem Waſſer gefüllte Glasröhre, durch deren Enden ſilberne Nadeln bis ins Waſſer reichten. Es war meine Abſicht, zu verſuchen, ob in dieſer Röhre nicht wirklich Wärme, und zwar ſo viel hervor gebracht werden ſollte, daſs ſie durchs Gefühl wahrgenommen würde. Nachdem ich die Kette 8 bis 10 Minuten geſchloſſen hatte, berührte ich den mittelſten Theil der Röhre mit meinen Fingern; ſie zeigte zu meiner gröſsten Verwunderung und Ueberraſchung nicht bloſs eine geringe Temperaturerhöhung, ſondern war in der That ſtark erhitzt. Herr Oberhofmarſchall von Hauch, der damahls gerade mich mit ſeiner Gegenwart beehrte, war Zeuge dieſer intereſſanten Erſcheinung.

Um den Verſuch genauer anzuſtellen, lieſs ich mir 2 verſchiedene Gasentwickelungsröhren verfertigen. Die eine hatte folgende Figur: Λ, und war an ihrer oberſten Spitze mit einem ſehr ſenſibeln Thermometer verſehen. Die Figur der andern Glasröhre war wie beiſtehende: ΛΛ, und ſie hatte an beiden Spitzen Thermometer.

Ich ſtellte zuerſt mit der erſtern den Verſuch an, an einer Batterie von 1500 Abwechſelungen aus Kupfer, Zink und Pappſcheiben, die mit Salmiakſolution befeuchtet waren. Die Entwickelungsröhre war anfangs mit deſtillirtem Waſſer, in der Folge aber mit Salmiakauflöſung gefüllt. Die Metalldrähte, welche alle feine Spitzen hatten, gingen durch einen Kork in die angefüllte Röhre; ſie beſtanden abwechſelnd aus Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Zink und Blei; aber es war beinahe gleichgültig, welches Metall man in dieſer Abſicht anwendete. Uebrigens hatten ſie eine ſolche Länge, daſs ſie von beiden Seiten die Kugel des Thermometers erreichen konnten.

Zuerſt wurde, wie geſagt, die Röhre mit deſtillirtem Waſſer angefüllt. Die Temperatur war 14° Reaum. und der Abſtand der Drähte unter ſich 1 Zoll. Als die Kette geſchloſſen wurde, war die Gasentwickelung ſtark; das Thermometer ſtieg, und nach Verlauf von 10 bis 12 Minuten ſtand es unbeweglich auf 23° Reaum. *)

Ich

*) Herrn geh. Oberbaurath Simon in Berlin war es, (wie er in den *Annalen*, X, 299, erzählt,) nicht geglückt, in einem Waſſerzerſetzungsapparat, in welchem ſich ein feines Luftthermometer befand, an deſſen Kugel die Platindrähte anlagen, die mindeſte Temperaturveränderung, bei Einwirkung einer Säule aus 100 Schichtungen auf den Apparat wahrzunehmen, obſchon ſich in jeder Minu-

te

Ich füllte darauf die Röhre mit Salmiakſolution. Die Entwickelung von Gas war bedeutender. Das Thermometer ſtieg, und nach einigen Minuten ſtand es unbeweglich auf 38°.

Da die Röhre aus ſehr dünnem Glaſe beſtand, und das Waſſer, das ſich aus den Pfröpfen hervor drängte, verdampfte, ſo vermuthete ich, die Röhre, umgeben von ſchlechten Wärmeleitern, und ſo eingerichtet, daſs das Waſſer nicht verdampfen, und mithin die Röhre abkühlen könnte, würde eine weit höhere Temperatur zeigen. Ich nahm daher guten trockenen Flanell, und wickelte ihn 10 bis 12 Mahl um die Röhre, kittete, um die Verdunſtung des Waſſers zu hindern, die Korkpfröpfe luftdicht ein, und lieſs, um dem von der entwickelten Luft gepreſsten Waſſer Ablauf zu verſchaffen, ſehr dünne, einige Zoll lange Glasröhren luftdicht durch die Pfröpfe gehen. Ich füllte die Röhre mit Salmiak-

te 6 Kubiklinien Gas in der Röhre bildeten. Dagegen finde ich in den intereſſanten Verhandlungen der Geſellſchaft zur Beförderung der Naturkunde und Induſtrie Schleſiens, B. 1, Heft 1, Breslau 1806, S. LXIII, folgenden Aufſatz des Sekretärs der Geſellſchaft, des Herrn Regimentsquartiermeiſters Müller, eines geſchickten und ſehr eifrigen Naturforſchers, erwähnt: „Darſtellung des Reſultates eines Verſuchs der Waſſerzerſetzung mit der Voltaiſchen Batterie, bei dem das Thermometer die dabei entſtehende Temperaturerhöhung anzeigt." *d. H.*

ſolution, ſchloſs die Kette, und hatte das Vergnügen, das Thermometer bis zu 60° ſteigen zu ſehen.

Die zweite Röhre mit den beiden Thermometern ſollte dazu dienen, zu ſehen, auf welcher Seite die höchſte Temperatur Statt fände. Die Verſuche mit ihr wurden durch dieſelbe Batterie angeſtellt, und zwar wiederum zuerſt mit reinem Waſſer, und darauf mit Salmiakſolution. Die Temperatur war 10° Reaum. Nachdem die Kette eine Minute hindurch geſchloſſen war, ſtand das Thermometer bei dem Drahte, der Sauerſtoffgas gab, auf 12° Reaum.; das Thermometer dagegen bei dem Drahte, der Waſſerſtoffgas gab, auf 8° Reaum. Nach Verlauf einiger Minuten ſtieg letzteres bis zu 10°, dann zu 12°, und endlich blieben beide Thermometer auf 15° Reaum. ſtehen. Wurde ſtatt des Waſſers die Salmiakſolution genommen, ſo war Alles wie vorher, ausgenommen daſs beide Thermometer bis 20° Reaum. ſtiegen.

Der Unterſchied in der Temperaturerhöhung bei der doppelten Röhre hatte ſeinen Grund in dem gröſsern Abſtande zwiſchen den Nadeln. Aber deſſen ungeachtet war die Temperatur bei den Nadeln nicht am höchſten. Das Gefühl gab offenbar eine weit höhere Temperatur in der mittelſten Biegung der Röhre zu erkennen; eine intereſſante Erſcheinung, die eine nähere Unterſuchung verdiente, und deutlich zeigt, daſs die Wärme wirklich ein Indifferentialprozeſs iſt.

Wenn man nun bedenkt, daſs ähnliche Prozeſſe zwiſchen jeder Platte der Batterie, wo Kupfer und Zink durch einen naſſen Körper von einander getrennt waren, Statt fanden, ſo wird man leicht einſehen, welche bedeutende Wärmeentwickelung auch hier vor ſich ging.

Eine galvani'ſche Batterie aus Froſchpräparaten. *)

Nachdem es mir, [*Annalen*, XV, 340,] geglückt war, in verſchiedenen präparirten Fröſchen Contractionen dadurch hervor zu bringen, daſs ich den Muskel des einen mit dem Nerven des andern, und umgekehrt, in Berührung brachte, machte ich den Verſuch, mehrere Froſchextremitäten zu einer einzigen ſo genannten organiſchen Batterie zu verbinden; und ſo viel ich weiſs, bin ich der erſte, der auf dieſe Idee verfallen iſt.

Die Bedingungen zur Anſtellung dieſes, wie mich dünkt, ſehr wichtigen Verſuches, ſind in der Kürze folgende: Die Fröſche müſſen einen ſehr hohen Grad von Incitabilität haben, hurtig, leicht und vermittelſt ſcharfer Inſtrumente präparirt, und die Nerven nicht in gerader, ſondern vielmehr in ſchräger Linie übergeſchnitten werden, ſo daſs der Schnitt ſo ſchief wie möglich wird. Denn nach meiner Erfahrung gehört das Neurilema, (oder die Nervenſcheide,) zu den weniger leitenden Subſtanzen,

*) Eben daſelbſt, S. 100 f. *d. H.*

und wirkt in Verbindung mit der Nervenſubſtanz ſelbſt, nicht ſo wohl durch ſeine eigene ihm eigenthümliche leitende Natur, als durch die daſſelbe bekleidende Feuchtigkeit. Es iſt unbeſchreiblich, wie ſehr es die Verſuche erleichtert, auf dieſe Art die Nervenſubſtanz ſelbſt zu entblöſsen, und wie weit beſſer Alles glückt, als wenn das Neurilema das verbindende Glied iſt. Nachdem nun jene Froſchextremitäten, 12 an der Zahl, präparirt worden waren, wurden ſie durch *Fungus Agaricus*, den man vorher in Salmiakſolution getaucht hatte, mit einander vereinigt. Die Ordnung der Batterie war: Nerve, Muskel, Schwamm, Nerve, u. ſ. w.; das eine Ende alſo fing mit dem Nerven an, das andere endigte mit dem Muskel. Wurden nun dieſe beiden Enden mit einander in Verbindung geſetzt, ſo entſtanden Contractionen in allen jenen Schenkeln, ausgenommen in zwei, die ich auch nicht ein einziges Mahl ſich bewegen ſah. Bei dieſem Verſuche bemerkt man ebenfalls ſehr ſchön, wie bei der Eröffnung der Kette Contractionen entſtehen. Der Körper, der die Pole mit einander vereinigte, war wechſelsweiſe bald das Fleiſch einer jungen Katze, womit vorher ſchon experimentirt worden war, theils eine krumm gebogene ſilberne Sonde.

Ich glaube, daſs dieſe Verſuche, (um nicht mehrere anzuführen,) hinreichend ſind, um jene ſchon ſeit langer Zeit angenommene Polarität zwiſchen Nerven und Muskeln zu beweiſen.

Wärme durch Muſkelcontractionen.

Giebt es einen einzigen Verſuch, in welchem man Wärme durch Muſkelcontractionen hat entſtehen ſehen? Um dieſe Frage zu beantworten, ſagt Hr. Bunzen S. 114, will ich hier einige von mir angeſtellte Verſuche erzählen, die, ob ſie gleich nicht mit der Genauigkeit und ſorgfältigen Wiederhohlung, welche eine ſo wichtige Sache verdient, ausgeführt ſind, doch dazu dienen können, ein helleres Licht über unſern Gegenſtand zu verbreiten. Es ſey mir erlaubt, *eine* Bemerkung voraus zu ſchicken.

Es iſt ſchon längſt bekannt, daſs durch Muſkelcontractionen in der That Wärme erzeugt wird. Thiere, die es friert, bringen, ſo viel es ihnen möglich iſt, alle ihre Muskeln in Action, und eine anſtrengende Körperbewegung erhöht ſtets die Temperatur. Wohl weiſs ich, daſs alle Wärmetheoretiker die Bewegung in dieſer Abſicht zu ihren Erklärungen benutzen, und ſie, ſo gut es ſich thun laſſen will, als ein Wärme erregendes Mittel ihren Syſtemen anpaſſen. Aber ſie ſcheinen nicht daran gedacht zu haben, daſs eine anhaltende Muskelcontraction auch die Temperatur erhöht; eine Bemerkung, die dem berühmten von Humboldt gehört. *) Er erklärt dieſe Erſcheinung aber unrichtiger Weiſe daher, daſs er annimmt, es werde

*) Siehe von Humboldt *über die gereitzte Nerven- und Muskelfaſer*, B. 2, S. 159.

in jenem Zuſtande mehr Materia fibroſa zu den Muskeln hingeführt, und daſelbſt deponirt. So hat auch Dr. Peart *) beobachtet, daſs er, wenn er im Bade ſaſs, die Temperatur des Waſſers um 8 Grade erhöhen konnte, wenn er bloſs mit ſeinen Füſsen eine Zeit lang gegen den Boden der Badewanne ſtieſs.

Was meine eignen Verſuche betrifft, ſo unterſuchte ich, ob man durch Hülfe eines Luftthermometers im contrahirten Muskel hervor gebrachte freie Wärme entdecken könnte. Ich richtete zu dem Ende ein Thermometer, ungefähr wie Amontons Manometer, ein. Es beſtand aus einer Glaskugel, ½ Zoll im Durchmeſſer, und einer Röhre, deren Durchmeſſer ½ Linie betrug, war mit einer nach Linien eingetheilten Scale verſehen, und hatte in der Röhre eine kleine Perle von Queckſilber, die durch ihr Steigen und Fallen ſelbſt die unbedeutendſten Temperaturveränderungen ſogleich angab.

Mit dieſem Thermometer ſtellte ich folgende Verſuche an. Der Unterleib einer eben geſchlachteten jungen Kuh **) (*iuvenca*) wurde in der möglichſten Eile geöffnet, die Haut der einen Extre-

*) S. *Medical extracts*, Vol. 2, p. 201.

**) Ich hatte denſelben Verſuch ſchon vorher bei einem Paar Ochſen gemacht. Man zog ihnen zwar mit der möglichſten Geſchwindigkeit die Haut ab; doch aber zeigte ſich nicht die geringſte Muskel-

mität abgezogen, und drei groſse Nerven, ohne Zweifel *N. cruralis*, *N. obturatorius* und *N. iſchiadicus*, in der Richtung des ſchiefen Durchmeſſers übergeſchnitten, und mit Zink armirt. Die Muskeln auf dem Unterſchenkel *(anticrus)* bedeckte ich dagegen mit einem Stücke feinen gehämmerten Silbers. Nun machte ich in die mit Zellgewebe bedeckten Muskeln an der inwendigen Seite des Schenkels einen kleinen Einſchnitt, und ſetzte das Thermometer hinein. Da ſo Alles zum Verſuche in Ordnung gebracht worden war, blieb es in Ruhe, bis die Queckſilberperle die gröſste Höhe erreicht hatte und zu ſinken anfing. Nun vereinigte ich die Armaturen der Muskeln und Nerven. Das Thermometer, das vorher auf 287 Linien ſtand, ſtieg jetzt auf 296 Linien. Wurde die Kette wechſelsweiſe geöffnet und wieder geſchloſſen, ſo blieb es ſtehen, bis die Erregbarkeit erſchöpft war, welches bald erfolgte.

Ich wiederhohlte dieſen Verſuch bei einem ziemlich groſsen Lamme. Alles war wie vorher, ausgenommen, daſs das Thermometer bei Schlieſsung der Kette um eine Linie ſtieg.

contraction, wenn ich den armirten Muſkel und Nerven mit einander vereinigte. Aus dieſer Urſache wählte ich ein junges Subject, und zwar von weiblichem Geſchlechte, da die Erfahrung lehrt, daſs ihre Incitabilität mehr erhöht iſt. *B.*

Man könnte gegen dieſe Verſuche den Einwurf machen, daſs derſelbe Erfolg in jedem feuchten Körper, der die beiden heterogenen Glieder der galvani'ſchen Kette mit einander vereinigte, Statt finden müſste. Aber dieſer Einwurf fällt weg, wenn man bedenkt, daſs das Steigen des Thermometers im Verhältniſſe mit den Aeuſserungen der Incitabilität abnahm.

Einige Athmungsverſuche.

Folgende Verſuche, (erzählt Herr Dr. Bunzen S. 52,) ſollten mich belehren, ein Mahl, ob wirklich die Gegenwart von Sauerſtoff in der eingeathmeten Luft eine nothwendige Bedingung des Lebens ſey; und zweitens, welches die Wirkungen einiger ſo genannten irreſpirabeln Gasarten auf unſre Lungen ſind.

Ich verſchaffte mir äuſserſt reines *Waſſerſtoffgas*, indem ich auf die bekannte Weiſe Waſſerdämpfe durch glühende Eiſenſpäne in Metallröhren zerſetzte, und das Gas durch eine dünne Alkali-Auflöſung gehen lieſs. Erfahrung hatte mich dieſe Vorſichtsregeln gelehrt; denn Gasarten, die nur im allergeringſten Grade kohlenſtoffhaltig ſind, zeigen bei Reſpirationsverſuchen den ſchädlichſten Einfluſs auf die Lungen; ich ſelbſt wäre einſtmahls, da ich eine Portion etwas kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas einathmete, beinahe ein Opfer jener Erfahrung geworden. Die entwickelte Luft wurde, nachdem ſie mit obiger Lauge in der Flaſche geſchüttelt wor-

den war, und bei der Vermiſchung mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas keine bedeutende Verminderung im Eudiometer gezeigt hatte, in einen Ballon von ziemlicher Gröſse gebracht. Die Oeffnung des Ballons war mit einer Röhre verſehen, die ein Ventil hatte, welches die im Ballon enthaltene Luft heraus zu gehen, aber keine Luft einzudringen erlaubte. Durch öftere Uebung hatte ich mir die Fertigkeit verſchafft, ſtets mit der Naſe exſpiriren zu können, und bloſs mit dem Munde zu inſpiriren. So verſuchte ich mehrere Mahl das Waſſerſtoffgas einzuathmen, ja ich ging ſogar ſo weit, daſs ich es 150 (?) Mahl nach der Reihe einathmete. Die Empfindung, welche jenes Gas in den Lungen hervor bringt, iſt von derjenigen ſehr verſchieden, die durch unſre atmoſphäriſche Luft hervor gebracht wird; aber ſie iſt keinesweges unangenehm, oder unerträglich; ja nach jenen 150 Inſpirationen hätte ich gerne noch länger fortfahren können, wenn der Ballon nur mehr Luft gefaſst hätte. Die einzige Veränderung, die ich dabei angeben kann, iſt eine Art exaltirten Zuſtandes, dem ähnlich, der nach dem Genuſſe geiſtiger Getränke zu erfolgen pflegt; nur iſt er weit angenehmer. Die Wärme meines Körpers wurde nicht bedeutend vermehrt; der Puls ſchlug aber etwas hurtiger; doch kann man dieſen letzten Umſtand nicht eben ſehr in Betracht nehmen, da man die Veränderung der Reſpiration hier um ſo weniger beſchuldigen darf, je gewiſſer und ausgemachter es iſt, daſs die Spannung des Geiſtes, worin

man ſich bei dergleichen Verſuchen befindet, verbunden mit der ungewohnten Arbeit jener gezwungenen Reſpiration, eine ähnliche Wirkung hervorbringen kann.

Da es mir unterhaltend zu ſeyn ſchien, die Wirkung jenes Gas auf Thiere zu erfahren, ſo ſchloſs ich eine Maus in eine mit dieſem Gas gefüllte Glocke ein. Die Luft war aus einer Solution von Zink in Salzſäure entwickelt, und mit jener Lauge gewaſchen. Fünf Minuten hindurch ſchien das Thier ſich ganz wohl zu befinden, darauf gab es Zeichen von unangenehmen Empfindungen, und ich zog es heraus.

Auch die Wirkung des *Stickgas* habe ich ſo wohl an mir ſelbſt, als auch an Thieren verſucht, und ganz verſchiedene Reſultate erhalten, je nachdem ich mir die dazu nöthige Luft, auf dieſe, oder auf jene Weiſe verſchafft hatte. Es ſcheint nämlich, als ob jene Luftart, eben ſo wie Waſſerſtoffgas, eine Verbindung mit Kohlenſtoff erleiden könne. Denn bedient man ſich z. B. des Gas, welches man durch Einſperrung von Kohlen in atmoſphäriſche Luft ſich verſchafft hat, ſo wird man, ungeachtet man den Rückſtand mit Kalkwaſſer oder Lauge, um ihn von ſeinem kohlenſauren Gas zu befreien, geſchüttelt hat, dennoch ein für die Reſpiration äuſserſt beſchwerliches Gas erhalten, das, wie ich glaube, kein Menſch im Stande ſeyn wird, mehr als drei Mahl nach der Reihe einzuathmen. Luft dagegen aus Braunſtein, den man nicht völlig zum Glühen

hat kommen laſſen, oder aus atmoſphäriſcher Luft, die mit einem Amalgam aus Zinn, Blei und Queckſilber geſchüttelt worden, läſst ſich, wie Waſſerſtoffgas, ohne Schwierigkeit einathmen. Wie lange aber? kann ich, da ich nur kleine Quantitäten gehabt habe, nicht beſtimmen. Eine Maus lebte $\frac{1}{2}$ Minute darin; aber da die Glocke nur klein war, ſo gab ſie bald ihr unangenehmes Gefühl durch mancherlei Zeichen zu erkennen, und ſtarb endlich, doch bei weitem nicht auf eine ſo heftige Weiſe, als eine andere, die ich in derſelben Glocke in atmoſphäriſche Luft eingeſperrt hatte, und die darin ungefähr $1\frac{1}{2}$ Minute lebte.

IV.

UNTERSUCHUNGEN
über die Schwefelmetalle,

von

L. Proust,

Profeſſor der Chemie zu Madrit.

Frei bearbeitet von Gilbert. *)

Schwefel-Kupfer.

Das Schwefel-Kupfer iſt ein zweites Beiſpiel eines Schwefelmetalles, welches ſich im Mineralreiche mit Ueberſchuſs an Schwefel findet. (?)

Bisher hatte die chemiſche Analyſe noch kein Licht über die wahren Charaktere des Schwefel-Kupfers verbreitet. Kein Wunder daher, daſs die Mineralogen es bisher ſtets falſch beſchrieben und mit andern Erzen vermengt haben. In ſeiner gröſsten Reinheit iſt das Schwefel-Kupfer immer von einem dunkeln Blau, oder Violett, oder von dem kupfrigen Teint, den der Indigo zeigt, wenn man ihn mit einem polirten Körper reibt. Beigemengtes kohlenſaures Kupfer, rothes Eiſenoxyd, u. dgl. können dieſe Farbe verändern; nimmt man aber durch eine Säure, welche ſie auflöſt, dieſe fremden

*) Fortſetzung von S. 57 des vorigen Heftes. *Gilb.*

Körper fort, ſo kömmt das Schwefel-Kupfer in ſeiner wahren Farbe zum Vorſchein. *)

Die Schwefel-Kupfer, welche ich Gelegenheit gehabt habe zu unterſuchen, enthielten in 100 Th.

*) Bekanntlich ſoll das *Kupferglas* der Mineralogen ein ſolches natürliches Schwefel-Kupfer, mehr oder minder rein, ſeyn; Herrn Prouſt's Aeuſserung ſcheint anzuzeigen, daſs ſie die Charaktere deſſelben von nicht reinem, mit andern Verbindungen vermengtem, entlehnt haben; daher vielleicht auch der Name: *Graukupfererz*, den es bei einigen führt. Herr Klaproth erhielt aus 100 Theilen derben und mäſsig weichen Kupferglaserzes aus Sibirien, nachdem er es in Salzſäure unter Beihülfe von Salpeterſäure aufgelöſt hatte, 18½ Theil Schwefelpulver, das ſich abſchied, 78½ Th. Kupfer, durch Eiſen daraus reguliniſch niedergeſchlagen, 3 Th. braunen Eiſenoxyds, und ¾ Th. Kieſelerde, (*Beitr.*, Th. 2, S. 276.) Sollte indeſs nicht etwas Schwefel durch die Salpeterſäure acidifirt worden ſeyn? Auch glaubt Herr Karſten, daſs dieſes geſchmeidige Kupferglas von dem gewöhnlichen durch ſo weſentliche Charaktere ſich unterſcheide, daſs es eine eigene Art ausmachen ſollte, (*Miner. Tabellen*, S. 46 und 76; Hauy *Mineral.*, t. 3, p. 554.) Verbinden ſich 100 Th. Kupfer mit 28 Th. Schwefel zu dem gewöhnlichen Schwefel-Kupfer; ſo würden, um 78½ Th. Kupfer völlig zu ſättigen, 22 Th. Schwefel erfordert; es iſt nicht unwahrſcheinlich, daſs wenigſtens 3½ Th. Schwefel bei Herrn Klaproth's Verfahren ſich acidifirt haben können. (Man vergl. im vorigen Hefte S. 64 und 65.)

Gilb.

14 bis 15 Theile überflüſſigen Schwefel. Eine mäſsige Hitze reichte hin, dieſen aus ihnen auszutreiben, und der Rückſtand, der dann in der Retorte blieb, war das blaue Schwefel-Kupfer, welches nach einem feſten unveränderlichen Verhältniſſe mit Schwefel verbunden und damit geſättigt iſt. Und zwar iſt dieſes Verhältniſs daſſelbe wie bei dem künſtlichen Schwefel-Kupfer, nämlich 28 Theile Schwefel auf 100 Theile Kupfer. Wenn man dieſe 86 Theile, welche nach dem Erhitzen eines recht reinen natürlichen Schwefel-Kupfers zurück bleiben, in Salpeterſäure auflöſt, ſie mit Schwefel-Waſſerſtoff daraus niederſchlägt und den Niederſchlag mäſsig erhitzt, um den Ueberſchuſs von Schwefel fortzutreiben, ſo erhält man wiederum 86 Theile Schwefel-Kupfer. Man ſieht hieraus, daſs, wenn gleich das natürliche Schwefel-Kupfer einen Ueberſchuſs an Schwefel haben kann, es von dem künſtlichen Schwefel-Kupfer deshalb nicht verſchieden iſt, nachdem man es des überflüſſigen Schwefels beraubt hat.

[Ich habe in meinem erſten Aufſatze, (ſagt Hr. Prouſt in dem zweiten,) bemerkt, daſs das Schwefel-Kupfer, wie man es in der Natur gewöhnlich findet, mit einem Ueberfluſs an Schwefel, und zwar von 14 bis 15 Procent, vorzukommen pflegt. Es wäre ſehr möglich, daſs das Kupfer ſich eben ſo, wie das Eiſen, nach zwei verſchiedenen Verhältniſſen mit dem Schwefel verbände; und dieſes verdiente unterſucht zu werden. Man müſste ſich aber dazu

des reinen Schwefel-Kupfers bedienen, welches mit keinen andern Schwefelmetallen vermengt iſt. Denn in den zuſammen geſetzten Erzen, worin das Schwefel-Kupfer nur eins der mehrern Schwefelmetalle ausmacht, habe ich es ohne Ueberſchuſs an Schwefel gefunden.] *)

Nie kömmt, weder in der Natur noch durch Kunſt, Kupferoxyd mit Schwefel chemiſch verbunden vor. Werden beide mit einander in die Rothglühehitze gebracht, ſo geben ſie nichts anderes als blaues Schwefel-Kupfer. Im Augenblicke, wenn dieſes ſich durch Schmelzung bildet, entſteht eine beträchtliche Entbindung von Hitze und Licht; wie man dieſe indeſs bei genauer Anſicht für ein Verbrennen habe halten können, iſt in der That zu bewundern. **)

Das dunkelblaue Schwefel-Kupfer kann ſich im Kupfer ſelbſt auflöſen, und zwar nach ſehr verſchiedenen Verhältniſſen; eine ſolche Vereinigung ſind die *Schwarzkupfer*, welche gewöhnlich noch Eiſen

*) Dieſer Gedanke des Herrn Prouſt ſcheint durch das, was in der Anmerkung S. 165 angeführt iſt, einige Wahrſcheinlichkeit zu erhalten. — Vielleicht daſs das geſchmeidige Kupferglas ſich zu dem gewöhnlichen ungefähr ſo, wie der Magnetkies zum gewöhnlichen Schwefelkies verhält. *Gilb.*

**) Dafür nahm ſie die verdiente Geſellſchaft amſterdammer Chemiker, welche auf dieſe lebhafte Lichterſcheinung eine Einwendung gegen Lavoiſier's Theorie des Verbrennens gründete. *Gilb.*

enthalten: [den Beweis dazu, ſagt Herr Prouſt an einer andern Stelle, *Journ. de Phyſ.*, 1801, *Juin*, p. 421, wird man in meiner Arbeit über das Schwarzkupfer finden.] Säuren von 10 bis 12 Grad nach Beaumé's Aräometer trennen von ihnen die Metalle, indem ſie es auflöſen, ohne das Schwefel-Kupfer zu zerſetzen, es ſey denn, daſs man Wärme zu Hülfe nähme.

Gewöhnlich iſt das Schwefel-Kupfer durch eine Beimiſchung anderer Metalle verlarvt; wie z. B. von Schwefel-Eiſen in den Kupferkieſen, in denen es leicht iſt, die Gegenwart des blauen Schwefel-Kupfers darzuthun.

[Alle *Kupferkieſe*, bemerkt Herr Prouſt im zweiten Aufſatze, enthalten Schwefel-Kupfer innig vereinigt mit Schwefel-Eiſen, und zwar immer mit Schwefel-Eiſen im *Maximo*. In der Deſtillation geben ſie daher weit weniger Schwefel, als eben ſo viel reiner Schwefelkies; der ſchöne Kupferkies von Avalar in Biscaya ſo z. B. nur $\frac{1}{10}$tel ſeines Gewichts. Auch greifen nur die Säuren den Kupferkies an, welche den Ueberſchuſs an Schwefel im Eiſen zu oxydiren vermögen. Wenn man Kupferkieſe mit Kali zuſammen ſchmelzt, ſo tritt dieſer Ueberſchuſs an Schwefel an das Kali, und das Schwefel-Eiſen wird zum *Minimo* herab gebracht; und nun laſſen ſie ſich vermittelſt verdünnter Schwefelſäure zerlegen. Dieſe löſt das Schwefel-Eiſen im *Minimo* völlig auf, ohne das Schwefel-Kupfer anzugreifen, welches mit der dunkelblauen

Farbe

Farbe zum Vorſchein kömmt, die einer der Charaktere deſſelben iſt. Auf dieſe Art läſst ſich finden, in welchem Verhältniſſe dieſe beiden Schwefelmetalle im Kupferkieſe enthalten ſind. Kennt man aber den Antheil des Kupferkieſes an Schwefel-Kupfer, ſo weiſs man auch, wie viel er an Kupfer enthält; denn in der Natur eben ſo wenig als durch Kunſt kömmt der Schwefel in einem andern Verhältniſſe chemiſch mit Kupfer verbunden vor, als zu 28 Theilen auf 100 Th. Kupfer. Noch ein anderes Mittel, um die Menge Schwefel-Kupfer in einem Kupferkieſe zu finden, iſt folgendes: Man löſt ihn in Salpeterſäure auf, ſchlägt die Auflöſung mit Schwefel-Waſſerſtoff nieder, und bringt den Niederſchlag in einer Retorte zum Rothglühen. Das Produkt giebt ſtets die wahre Menge des Schwefel-Kupfers, welches zuvor im Erze enthalten war.]

Kommen zu dem Schwefel-Eiſen und Schwefel-Kupfer als Grundlagen, noch andere Schwefelmetalle hinzu, z. B. Schwefel-Spieſsglas, Schwefel-Blei, Schwefel-Arſenik, Schwefel-Queckſilber, Schwefel-Silber, Schwefel-Zink, u. ſ. f., jedes einzeln; ſo entſteht daraus eine ganze Reihe von *grauen Kupfererzen,* die durch dieſe verſchiedenen Metalle ihre graue Farbe erhalten, deshalb aber nicht ſilberhaltig zu ſeyn brauchen, wie das die Mineralogen ſonſt glaubten. Unter den grauen Kupfererzen, die wir aus Amerika erhalten, giebt es manche, denen über dies noch gediegenes Silber, Rothgiltigerz, kohlenſaures Eiſen und Manganes

ſchwefelſaurer Baryt, u. ſ. f., beigemengt ſind. *) Von ſo verſchiedener Natur ſind Minern, welche die Mineralogen ohne Unterſchied in den beiden Geſchlechtern, *Weiſskupfererz* und *Kupferfahlerz*, *(mines blanches* et *mines griſes de cuivre)* zuſammen gehäuft haben.

Das *Kupferfahlerz* von la Cren im Königreiche Valencia beſteht aus vier verſchiedenen Schwefelmetallen: Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Spieſsglas und Schwefel-Queckſilber. Es findet ſich nierenweiſe in Kalkbreccien, welche aus den Ueberreſten von nicht mehr vorhandenen Bergen gebildet ſind, und leidet an ſeiner Oberfläche eine Zerſetzung, die drei der mit dem

*) H. Prouſt erzählt im *Journ. de Phyſ.*, 1805, Sept., p. 272, er habe in den aus Amerika gekommenen Mineralien, welche 3 bis 4 Schwefelmetalle enthalten, *gediegenes Eiſen* gefunden. Es befinde ſich darin in ſehr kleinen Theilchen, und gegen die Berührung der Luft geſchützt. Der Magnet ziehe ſie aus dem gepulverten Minerale aus. Anfangs habe er die vom Magnete ſtark angezogenen Theilchen für ſchwarzes Eiſenoxyd gehalten, ſie löſten ſich aber in verdünnter Schwefelſäure unter Aufbrauſen auf, und gaben dabei reines Waſſerſtoffgas, das keinen Geruch hatte und mit Sauerſtoff ſtark detonirte. Das Mineral iſt ſo leicht zerreiblich, daſs weder der Mörſer noch deſſen Keule Eiſentheilchen können hergegeben haben. Hier ſehen wir alſo, ſagt Herr Prouſt, gediegenes Eiſen, auſser allem Zweifel geſetzt. *Gilb.*

Schwefel verbundenen Metalle in Oxyde verwandelt, während das Schwefel-Queckſilber unzerſetzt bleibt, und die verwitterte Miner zinnoberroth färbt. In der Mitte findet ſich immer ein Kern, der aus jenen vier unveränderten Schwefelmetallen beſteht. *)

*) Dieſe Behauptungen des Herrn Prouſt entſprechen ſehr gut den Analyſen, welche vor kurzem Herr Klaproth von mehrern Arten grauer Kupfererze im *allg. Journal der Chemie*, Th. 5, S. 1 f., bekannt gemacht hat. Drei Arten *Fahlerz* von Freiberg beſtanden in 100 Theilen aus 41 bis 48 Th. Kupfer, 14 bis 24 Th. Arſenik, 21 bis 27 Th. Eiſen und aus Schwefel: in welcher Verbindung ſich dieſe Metalle unter einander und mit dem Schwefel befanden, beſtimmt indeſs die Analyſe nicht, und es läſst ſich auch keine Berechnung darüber anſtellen, da die Menge des Schwefels nicht genau bekannt iſt. Herr Klaproth ſetzt ſie vorläufig in allen drei Erzen zu 10 Procent an. So viel Schwefel würde gerade zugereicht haben, um mit dem Kupfer Schwefel Kupfer zu bilden; nach Hrn. Prouſt würde aber auch das Eiſen an Schwefel gebunden ſeyn, und der Arſenik beide Schwefel-Metalle in ſich enthalten. Fünf andere Erze, denen Hr. Klaproth den Namen: *Graugiltigerze.* giebt, ſcheinen aus einer innigen Vereinigung von Schwefel-Kupfer in gröſserer, mit Schwefel-Spieſsglas in geringerer Menge beſtanden zu haben, denen ein kleiner Antheil Eiſen, entweder als Schwefel-Eiſen, oder als Eiſenoxyd, oder vielleicht ſelbſt als reguliniſches Eiſen, eingemengt war, und von denen eine auch etwas Schwefel-Zink, eine andere etwas Schwe-

Schwefel - Queckſilber.

Künſtlicher Zinnober, den man dadurch zerſetzt, daſs man ihn mit Spieſsglas zuſammen ſchmelzt, giebt aus 100 Theilen jedes Mahl 85 Th. Queckſilber, und tritt zugleich dem Spiesglaſe 14 bis 14,5 Theile Schwefel ab. Offenbar iſt alſo das Queckſilber im Spiesglaſe nicht oxydirt. *) Das Queckſilber hat eine viel gröſsere Verwandtſchaft zum Schwefel als zum Sauerſtoffe; dieſes zeigt ſich bei jeder Gelegenheit. Die Queckſilberoxyde vermögen daher nicht, ſich mit dem Schwefel zu verbin-

fel-Queckſilber und eine dritte etwas Schwefel-Silber enthielt. Wenigſtens entſpricht dieſe Annahme ganz gut den Zahlbeſtimmungen, welche Herr Klaproth angiebt. In dem Graugiltigerz von Clausthal fand er ſo z. B. in 100 Theilen: $34\frac{1}{2}$ Th. Kupfer, 29 Th. Spieſsglas, $6\frac{1}{2}$ Th. Eiſen, 3 Th. Silber, $21\frac{1}{2}$ Th. Schwefel; $2\frac{1}{2}$ Th. waren Verluſt. Nun wird erfordert, um zu ſättigen dieſe Menge von Kupfer $10\frac{1}{2}$ Th., von Spieſsglas $10\frac{1}{6}$ Th., von Silber $\frac{1}{2}$ Th. Schwefel; und befand ſich das Eiſen im Maximo der Oxydirung, ſo waren damit 3 Th. Sauerſtoff verbunden. Alles das beſteht völlig mit der Analyſe. Eine dritte Art dieſer grauen Kupfererze, welche Herr Klaproth *Spieſsglanz-Bleierz* nennt, iſt eine Verbindung von Schwefel-Blei in gröſster, mit Schwefel-Spieſsglas und Schwefel-Kupfer in kleinerer Menge, wobei ſich ein wenig Eiſen findet. Von ihr weiter hin, bei Gelegenheit eines der folgenden Aufſätze. *Gilb.*

*) Wie das beſonders Fourcroy und nach ihm die meiſten Chemiker behauptet hatten. *Gilb.*

den; ſie treten demſelben vielmehr ihren Sauerſtoff ab, und dann erſt vereinigen ſie ſich mit dem Schwefel, welches das entgegen geſetzte Verhalten von dem des Zinks, des Zinnes, des Spieſsglaſes und anderer Metalle iſt. *)

Friedrich Hofmann iſt, ſo viel ich weiſs, der erſte geweſen, der verſucht hat, Schwefel-Ammoniak durch Queckſilber zu zerſetzen; ſpäterhin haben ſich Beaumé und Wiegleb damit umſtändlicher beſchäfftigt. Queckſilber, das man in eine Flaſche Schwefel-Kali oder Schwefel-Ammoniak ſchüttet, zerſetzt dieſe Flüſſigkeiten vollſtändig, indem es ſich ihres Schwefels bemächtigt, und ſie in Kali und Ammoniak umſtaltet; in wenig Tagen geht es aus dem Schwarz in das Rothe über. Bedürfte das Queckſilber Sauerſtoff, um ſich in Zinnober zu verwandeln, woher ſollte es ihn hier nehmen, da dieſer Prozeſs vielmehr ſehr gewiſs desoxydirend wirkt?

*) So ſchrieb Herr Prouſt noch im Jahre 1801; ſeine ſpätern Unterſuchungen haben ihn indeſs, wie wir bald ſehen werden, belehrt, daſs auch der Zink und das Spieſsglas ſich nur im metalliſchen Zuſtande und nie als Oxyde mit Schwefel verbinden. Das Zinn iſt nach ihm das einzige Metall, welches hiervon eine Ausnahme macht, und das ſo wohl reguliniſch, als in einem gewiſſen Zuſtande der Oxydirung mit dem Schwefel in chemiſche Vereinigung zu treten vermag. *Gilb.*

Alle ſalpeterſaure, ſalzſaure und ſchwefelſaure Queckſilberſalze und alle Queckſilberoxyde geben im erſten Augenblicke ihrer Vermiſchung mit flüſſigen Schwefel-Alkalien ſchwarzen Queckſilbermohr. Alle erhitzen ſich heftig. Um ihre Färbung in Roth zu beſchleunigen, braucht man nur die Phiole mit der Miſchung über ein Kohlenbecken zu ſetzen; im Augenblicke beginnen die Punkte ſich zu röthen, auf welche die Hitze ſich äuſsert. Ob ſie dabei etwa Schwefel-Waſſerſtoffgas hergeben, weiſs ich nicht.

Alle dieſe *auf naſſem Wege gebildeten Zinnober* unterſcheiden ſich durch Farbe und Feinheit; einige ziehn ſich ins Violett, andere in Purpur, u. ſ. f. Der des Sublimats zeichnet ſich durch ſeine ausnehmende Feinheit und durch den Glanz und das Feuer ſeiner Scharlachfarbe aus; er übertrifft bei weitem das reichſte Vermillon, und es iſt zu wünſchen, daſs er den Mahlern bekannt werde. Andere dieſer Zinnober ſind pulverulent, und dunkel oder finſter; ſo z. B. die, welche das Schwefelkali giebt; ſie haben weder die Feinheit noch den Glanz der andern, weil ſie kryſtalliſirt ſind. Beim Sublimiren zeigen die auf naſſem Wege entſtandenen Zinnoberarten nichts beſonderes; ſie nehmen dabei das Feuer an, das von ihrer feinen Zertheilung durch das Sublimiren herrührt.

Das Zinn, das ſo groſse Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe hat, entzieht dem Zinnober nichts als Schwefel. Enthielte der Zinnober Sauerſtoff, ſo

würde das Zinn ſich deſſelben mit eben der Leichtigkeit als des Schwefels bemächtigen, da der Schwefel es daran nicht hindert. Denn wenn man Zinnober mit Zinnoxyd im Maximum erhitzt, ſo erhält man Queckſilber, Schwefel-Zinnoxyd und ſchweflige Säure, welche letztere von einer Reduction des Zinnoxyds im Maximo zu dem Minimo der Oxydirung, (deren Zahlverhältniſs ich noch nicht kenne,) *) herrührt.

Ich verſuchte ein Mahl in meiner Jugend den Zinnober aus Queckſilberoxyden und Schwefel *auf trockenem Wege* zuſammen zu ſetzen, da dieſes auf naſſem Wege gut gelingt. Ich that zu dem Ende 4 Unzen ätzenden Sublimats, den ich mit Schwefel zuſammen gerieben hatte, in eine Retorte, und in eine andere Retorte 4 Unzen rothen Queckſilberoxyds; das gleichfalls mit Schwefel zuſammen gerieben war, und ſetzte beide dem Feuer aus. In weniger als einer ½ Stunde erfolgten zwei gewaltige Exploſionen, die man überall in den groſsen Apotheken der Salpetrière hörte. Mein Bruder, der die erſte Retorte beſorgte, wurde von einem dicken Qualm von Sublimat umgeben, und war in Lebensgefahr; noch lange blieb ſeine Bruſt davon angegriffen. Bei meiner Operation wurde der Dom des

*) Dieſes ſchrieb Hr. Prouſt im Jahre 1801; ſeitdem hat er mehrere wichtige Arbeiten über das Zinn unternommen, den Oxydationsgrad des Zinnes im Muſivgolde jedoch noch nicht genau beſtimmt.
Gilb.

Ofens in die Luft und die Thür des Feuerherds mit ſolcher Gewalt bei mir vorbei gegen die Mauer geſchleudert, daſs ſie zerbrach. — Der Staub, der bei Detonationen von Queckſilberoxyden, die mit Schwefel gemiſcht ſind, nach Bayen's Methode, aufſteigt, iſt Zinnober von einem violetten Roth.

Der durch Hitze gebildete Queckſilbermohr wird mit der Zeit von ſelbſt roth, *dans les bocaux a procédés oxidans.* Queckſilber, das mit geſchmolzenem Schwefel in eine Retorte gegoſſen wird, veranlaſst immer eine Entzündung; wenn man ſie aber zuvor beide erbitzt hat, ſo geht die Verbindung vor ſich, und der Mohr giebt Zinnober ohne Flamme. Was die Flamme betrifft, welche ſich bei der Bereitungsart der Holländer zeigt, ſo verdiente ſie genauer unterſucht zu werden, als bisher.

Gieſst man in eine Auflöſung von ätzendem Sublimat allmählig Schwefel - Waſſerſtoffwaſſer, ſo ſchlägt ſich mildes Queckſilber uieder, es bleibt reine Salzſäure zurück und der ätzende Sublimat verſchwindet gänzlich. Dieſes beweiſt, daſs im ätzenden Sublimate das Queckſilber ſtärker als im milden Queckſilber oxydirt iſt, und daſs jener mehr Salzſäure enthält als dieſes. *) — Wird dagegen die Su-

*) Lemeri erzählt in den pariſer Memoiren, er habe einen Alchymiſten gekannt, der verſüſstes Queckſilber wie Brod gegeſſen habe; er habe ihn 4 Un-

blimatauflöſung plötzlich in das Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer gegoſſen, ſo verwandelt ſich alles in Queckſilbermohr und die Salzſäure bleibt allein.

zen mit einem Mahle hinunter ſchlucken ſehen, und von ihm die Verſicherung erhalten, daſs er oft das thue, um ſich das Blut zu reinigen. Dieſe Anekdote, deren Autorität ſich nicht bezweifeln läſst, veranlaſst mich, zu fragen, was denn wohl von den 18 oder 24 Gran milden Queckſilbers zu halten ſey, welches die Aerzte täglich zu nehmen zu verordnen pflegen. Ich fürchte ſehr, es möge mit den Wirkungen deſſelben dieſelbe Bewandtniſs haben, als mit denen des Sedativſalzes, und ſo viel anderer Medicamente, die weiter nichts Empfehlenswerthes haben, als die Ehre, von einem Menſchenalter zum andern in unſern Dispenſatorien und in unſrer Materia medica zu figuriren.

Prouſt.

Die Antwort hierauf dürfte das Folgende enthalten, was ich aus der *Berliner Zeitung*, No. 43, 1806, entlehne, wo indeſs die Quelle der Erzählung nicht angegeben wird. „In Conſtantinopel lebt ein Greis von 106 Jahren unter dem Namen Soliman, den man in der ganzen Stadt nur den *Sublimatſchlucker* nennt. Er hat unter 6 Kaiſern gelebt. Wie alle Türken, gewöhnte er ſich ſchon in der Jugend an den Genuſs des Opiums, nahm immer ſtärkere Doſen, und ſchritt endlich zum Genuſſe des *ätzenden Sublimats*, von welchem er nun ſeit länger als 30 Jahren täglich 1 Drachme verſchluckt. Den Anfang damit machte er in der Apotheke eines Juden; er forderte eine Drachme Sublimat, ſchüttete ſie in ein Glas Waſſer und ver-

Wird mildes Queckſilber in einer Retorte mit Schwefel erhitzt, ſo erhält man Zinnober und ätzenden Sublimat; jenes theilt ſich folglich in zwei Theile, wovon der eine ſich mit dem Sauerſtoffe und der Salzſäure verbindet, welche der andere Theil fahren läſst, indem er ſich mit dem Schwefel vereinigt. — Auch der mineraliſche Turpeth auf dieſelbe Art behandelt, verwandelt ſich in Zinnober, und der Sauerſtoff, den er fahren läſst, bildet ſchwefelige Säure.

Concentrirte Schwefelſäure zerſetzt den Zinnober eben ſo, wie die Schwefelkieſe und andere Schwefelmetalle, indem ſie den Metallen Sauerſtoff abtritt; daher ſteigt dabei ſtets ſchweflig-ſaures Gas auf.

Schwefel - Arſenik.

Auch dieſes Schwefelmetall hat mich lange getäuſcht.

ſchluckte ſie. Der Apotheker erſchrak, und befürchtete angeklagt zu werden, einen Muſelmann vergiftet zu haben, ſah ihn aber zu ſeinem groſsen Erſtaunen am folgenden Morgen wiederkommen, und eine ähnliche Doſis verſchlucken. Lord Elgin und andere Engländer haben dieſen auſserordentlichen Mann gekannt, und ihn oft ſagen hören, es gebe keine angenehmere Empfindung, als die, welche er nach dem Genuſſe dieſes Giftes verſpüre. Seit dem König Mithridat hat ſich ſchwerlich jemand in ſolchem Grade zu einem Genuſſe dieſer Art gewöhnt." *Gilb.*

Erhitzt man *Arſenikſäure* oder *weiſsen Arſenik* mit Schwefel, ſo verlieren beide ihren Sauerſtoff, geben ſchweflig-ſaures Gas und verwandeln ſich mit Schwefel in eine durchſichtige glasartige Maſſe von einem falben *Roth*, welche in der Hitze ſich zu ſublimiren fähig iſt. *Arſenikmetall* auf dieſelbe Art behandelt, giebt dieſelbe Verbindung, genau von der nämlichen Flüchtigkeit, Farbe und Durchſichtigkeit.

Erhitzt man dieſen Schwefel-Arſenik mit Kohle, oder mit Zinn, u. ſ. f., ſo bleibt er unverändert. Nur im Anfange kömmt äuſserſt wenig ſchwefligſaures Gas, und Schwefel- und Arſenik-Waſſerſtoffgas, welche von der Feuchtigkeit herrühren; dann weiter nichts.

Das *natürliche* ſchuppige und biegſame *Auripigment* ſchmilzt ohne Aufwallen und giebt eine glaſige, rothe, durchſichtige Maſſe, dem *Realgar* ähnlich, die durch Kohle nicht verändert wird. Vielleicht giebt es in der Natur Schwefel-Arſenikoxyde; zuverläſſig ſind das aber die Verbindungen nicht, welche durch Hitze gebildet ſind. Auch der natürliche Realgar von Ronda in Andaluſien iſt eine Verbindung des Arſeniks in Metallgeſtalt mit Schwefel.

[In dem fünften der Aufſätze, die zu Anfang dieſer Unterſuchungen genannt ſind, (über die Rothgiltigerze, geſchrieben 1804,) macht Herr Prouſt über dieſen Gegenſtand noch einige Bemerkungen, welche hierher gehören.]

Ich kenne, ſagt er, das Verhältniſs der Beſtandtheile des Schwefel-Arſeniks nicht genau. Aus 100 Theilen Arſenik und 300 Theilen Schwefel, die ich in einer Retorte mit einander erhitzte, habe ich ein Mahl 222, ein zweites Mahl 234 Theile eines durchſichtigen, dunkeln grün-geiblichen Schwefel-Arſeniks erhalten. Da der Schwefel flüchtiger als der Schwefel-Arſenik iſt, ſo dürfte es nicht ſchwer ſeyn, den rechten Sättigungspunkt zu erlangen; andere Geſchäfte haben mich aber von dieſen Verſuchen abgezogen. Wir ſehn indeſs aus ihnen ſchon ſo viel, daſs der Schwefel-Arſenik durchſichtig iſt, und daſs kein anderes Metall Schwefel in ſolcher Menge mit ſich zu verbinden vermag, als der Arſenik. Die natürlichen, ſchuppigen Auripigmente und der Realgar aus Japan ſind nichts als einfacher reiner Schwefel-Arſenik, und enthalten keinen Sauerſtoff, wie man allgemein anzunehmen geneigt iſt. Auch ſchmelzen ſie, (und bleiben durchſichtig im Fluſſe,) ohne ſchweflig-ſaures Gas zu geben. Erhitzt man Arſenikſäure oder weiſes Arſenik-Oxyd mit Schwefel, ſo desoxydiren ſie ſich vollſtändig, und geben denſelben Schwefel-Arſenik als das reguliniſche Metall: dieſe Reſultate belehren uns, daſs es kein Schwefel-Arſenik-Oxyd giebt.

So weit Herr Prouſt.

[Dieſe ſeine Anſichten über den Schwefel-Arſenik ſind ſeitdem von Hrn. Thenard in Paris, der ſchon in mehrern Unterſuchungen mit Hrn. Prouſt zuſammen getroffen war, aufgenommen und weiter

verfolgt worden. Die Notiz, welche Hr. Thenard von ſeiner Arbeit über das Operment und den Realgar der philomathiſchen Geſellſchaft in Paris gegen das Ende des J. 1805 mitgetheilt hat, findet man in den *Ann. de Chimie*, Sept. 1806, p. 284. Es wird dem Leſer angenehm ſeyn, die Hauptſache daraus hier zu leſen, welche dem Texte ſelbſt einzuſchalten ich kein Bedenken trage, da die Unterſuchung ganz im Geiſte des Herrn Prouſt gemacht iſt, und nicht nur ſehr gründlich beweiſt, daſs wirklich das *gelbe* und *rothe Rauſchgelb* Verbindungen des Schwefels mit metalliſchem Arſenik, nicht mit Arſenikoxyd ſind, (wofür man ſie ſeit Bucquet und Bergman allgemein gehalten hatte,) ſondern auch das Miſchungsverhältniſs beider mit Genauigkeit beſtimmt.]

„*Operment* und *Realgar*", ſagt Hr. Thenard, „ſind zwei Arſenikerze, die ziemlich häufig vorkommen. Faſt immer findet man das erſtere in Blättchen von reinem Gelb, und das letztere als eine rothe, mehr oder minder ins Braune ſpielende Maſſe. — — Werden ſie gepulvert auf glühende Kohlen geworfen, ſo ſchmelzen ſie, blähen ſich auf, und ſtoſsen ſchweflige Säure aus, und das der Realgar auf eine mehr in die Augen fallende Art, als das Operment. In verſchloſſenen Gefäſsen calcinirt, ſchmelzen beide auf gleiche Art, blähen ſich gleichmäſsig auf, und ſublimiren ſich, ohne ihre Natur zu verändern, und ohne folglich ſchweflige Säure zu entbinden. — Realgar mit Schwefel geſchmelzt

wird zu Operment; Operment mit Arſenik geſchmelzt zu Realgar."

„Beide werden, wie bekannt, nicht von andern *Säuren* angegriffen, als von Schwefelſäure, Salpeterſäure, ſalpetriger Säure und oxygenirter Salzſäure. Die Schwefelſäure wirkt merklich ſtärker auf Operment als auf Realgar, und entbindet aus jenem mehr ſchweflige Säure, aber weniger arſenigte Säure als aus dieſem. Beide zerſetzen die Salpeterſäure, ſelbſt ohne Beihülfe der Wärme, und das Operment giebt dabei mehr Schwefel und weniger arſenigte Säure als der Realgar. Gerade ſo wirken oxygenirte Salzſäure und Königswaſſer."

„Die *Alkalien*, beſonders Kali und Natron, löſen beide ſelbſt ohne Beihülfe von Wärme willig auf. Es bildet ſich Schwefelwaſſerſtoff-Kali und arſenigtſaures Kali; denn wenn man Kalkwaſſer in die Auflöſung gieſst, ſo erhält man einen weiſsen ziemlich beträchtlichen Niederſchlag, der, mit kohlenſaurem Kali behandelt, eine Flüſſigkeit giebt, aus der ſich durch Zuſatz von hinlänglich viel Salzſäure und durch gehöriges Abdampfen viel arſenigte Säure erhalten läſst."

„Alle dieſe Verſuche zeigen, daſs *Operment* verhältniſsmäſsig mehr Schwefel als der *Realgar* enthält, und einige derſelben führen auf die Vermuthung, daſs weder in dem einen noch im andern Sauerſtoff enthalten iſt. Die folgenden Verſuche werden dazu dienen, die erſte dieſer Thatſachen

noch feſter zu begründen, und die letzte in das helleſte Licht zu ſetzen."

„Wäre in ihnen der Arſenik als Oxyd enthalten, ſo müſste es ſehr leicht ſeyn, ſie aus arſenigter Säure und aus Schwefel zu bilden. Erhitzt man aber dieſe beiden Körper mit einander in einer Retorte, ſo erhält man lange nichts als ſchweflige Säure; erſt wenn ſich beinahe nichts mehr von dieſem Gas entbindet, entſteht Operment oder Realgar. Man könnte zwar ſagen, der Arſenik ſey in dieſen Verbindungen vielleicht nur minder oxydirt als in der arſenigten Säure; allein, daſs es ein Oxyd der Art gebe, iſt nicht bewieſen. Nie findet ſich, wenn man die arſenigte Säure durch irgend ein Mittel, ſey es ſelbſt Waſſerſtoffgas, reducirt, man unterbreche den Prozeſs, wenn man will, irgend etwas anderes, als arſenigte Säure und Arſenik; und doch würde man, wenn es noch einen fixen Zwiſchengrad von Oxydation gäbe, ihn, bei dieſer Art zu verfahren, ſehr wahrſcheinlich auffaſſen müſſen."

„Wenn man Schwefel und Arſenik in verſchloſſenen Gefäſsen zuſammen ſchmelzt, ſo erhält man, je nachdem man des Schwefels mehr oder weniger nimmt, Operment oder Realgar. Es geben 3 Th. Schwefel mit 4 Th. Arſenik *Operment;* dagegen 1 Th. Schwefel und 3 Th. Arſenik *Realgar.* Dieſer letztere ſchmilzt in ſehr geringer Hitze, und bleibt noch lange flüſſig, nachdem man die Retorte aus dem Feuer genommen hat. Das Operment erfor-

dert etwas mehr Hitze, um in Fluſs zu kommen. Beide ſublimiren ſich und ſetzen ſich im Halſe der Retorte an. Das Operment iſt durchſichtig und von Hyacinthfarbe, ſo daſs man es auf den erſten Blick für Realgar halten könnte; allein auch das natürliche Operment nimmt beim Schmelzen dieſe Farbe an, und wird, wenn man es pulvert, wieder ſehr lebhaft und rein gelb, gerade ſo wie jenes künſtliche hyacinthfarbene Operment. Das auf naſſem Wege, (gleich viel ob durch Zuſammengieſsen von arſenigter Säure und Schwefel-Waſſerſtoff, oder aus einem auflöslichen arſenigt-ſauren Salze, flüſſigen Schwefel-Alkali und einer Säure,) gebildete Operment erſcheint ſogleich in der Farbe des natürlichen nicht geſchmelzten, und ſtimmt mit demſelben in jeder Hinſicht überein. Dies ſcheint ein Beweis zu ſeyn, daſs das gelbe Operment in glänzenden Blättchen, die ſelbſt eine Art von Elaſticität haben, im Innern von Flüſſigkeiten entſtanden iſt, indeſs der Realgar aus Schwefel und Arſenik, die zuſammen geſchmelzt werden, entſteht. Auch iſt es möglich, daſs in der Natur Operment vorkommt, das durch Schmelzung hyacinthfarbig geworden, und daſs man es für Realgar genommen habe."

„Doch, wie dieſem auch ſey, ſo iſt es auſser Streit geſetzt, daſs weder Operment noch Realgar Sauerſtoff enthalten. Beide ſind Schwefel-Arſenik; das *Operment* enthält auf 4 Th. Arſenik 3 Theile Schwefel,

Schwefel, der *Realgar* auf 3 Th. Arſenik 1 Th. Schwefel."

„Nimmt man mehr Schwefel als $\frac{3}{4}$ des Arſeniks, ſo erhält man eine Verbindung, die zwar gelb, aber nicht ſehr lebhaft iſt, und ſich mehr oder weniger der des Schwefels nähert. Nimmt man weniger Schwefel als $\frac{1}{3}$ des Arſeniks, ſo bildet ſich ein Realgar, der brauner als der gewöhnliche iſt. Und da Schwefel und Arſenik ſich nach einer groſsen Menge verſchiedener Verhältniſſe verbinden können, ſo müſſen die Nüancen, welche im Schwefel-Arſenik vorkommen, ſehr zahlreich ſeyn."

[Daſs Herr Thenard auf die letzte Vorausſetzung einen ſolchen Schluſs baute, ohne für ſie auch nur den geringſten Beweisgrund anzuführen, iſt in der Verbindung etwas auffallend, in welcher ſein Auſſatz hier mit den Arbeiten Prouſt's erſcheint, da alle Unterſuchungen Prouſt's über die Schwefelmetalle gerade die Widerlegung jener Annahme, und den Beweis zum Zweck haben, daſs Metalle ſich nur nach ſehr wenigen und feſten Verhältniſſen mit dem Schwefel zu verbinden vermögen; eine Behauptung, welche indeſs, als unſtatthaft darzuthun, wie wir weiter hin ſehen werden, ein Hauptbemühen der neueſten Arbeiten Berthollet's iſt.

Ich komme nun zu den eignen Unterſuchungen des madriter Chemikers wieder zurück.]

Schwefel - Spieſsglas. *)

Aus 100 Theilen Spieſsglas, die man mit eben ſo viel Schwefel in einer gläſernen Retorte erhitzt, bis die Maſſe gut geſchmolzen und der überflüſſige Schwefel entwichen iſt, erhält man 135 Theile Schwefel-Spieſsglas, und das jedes Mahl, ſo oft man auch den Verſuch wiederhohlt. Eben ſo erhält man aus 100 Theilen Spieſsglas, wenn man ſie mit 300 Theilen Zinnober erhitzt, 135 bis 136 Schwefel-Spieſsglas. Dieſes künſtliche Produkt verliert nichts am Gewichte, auch wenn man es eine Stunde lang im Fluſſe erhält, und das Gewicht deſſelben vermehrt ſich nicht, wenn man es aufs neue mit Schwefel zuſammen ſchmelzt.

Man ſieht hieraus, daſs das Spieſsglas demſelben Geſetze unterworfen iſt, als alle Metalle, die ſich mit Schwefel verbinden können. Es nimmt davon einen Antheil auf, der von der Natur auf eine unveränderliche Art beſtimmt iſt, und die der Menſch weder zu vermehren noch zu vermindern vermag. Vielleicht iſt die Urſache, welche die Verbindung auf dieſes Verhältniſs beſchränkt, in der Flüchtigkeit des Schwefels zu ſuchen, wie Berthollet meint; vielleicht hört aber auch bei dieſer Gränze alle Anziehung zwiſchen beiden Körpern auf.

*) Ausgezogen aus dem dritten der oben erwähnten Aufſätze Prouſt's: zur chemiſchen Geſchichte des Spieſsglaſes, geſchrieben im J. 1802. *Gilb.*

Reines natürliches Schwefel-Spieſsglas nimmt weder mehr Schwefel in der Hitze in ſich auf, noch läſst es in der Deſtillation Schwefel fahren; welches beweiſt, daſs es genau dieſelbe Miſchung hat, als das künſtliche Schwefel-Spieſsglas. Man findet indeſs in der Natur Schwefel-Spieſsglas, das freies Oxyd, anderes, das einen Ueberſchuſs an Schwefel enthält; jenes iſt viel ſchmelzbarer und giebt in der Deſtillation ſchweflige Säure; dieſes findet ſich unter dem Schwefel-Spieſsglaſe, welches im Handel vorkömmt, und kann gewöhnlich auf 100 Theile noch 7 bis 8 Th. Spieſsglas auflöſen.

[Es giebt zwei Spieſsglas-Oxyde, das eine mit 23, das andere mit 30 Theilen Sauerſtoff auf 100 Theile des Metalles. Das erſtere, das *Oxyd im Minimum*, iſt ſehr leicht ſchmelzbar, undurchſichtig, kryſtalliſirt, und iſt die Baſis aller gewöhnlichen Spieſsglasſalze, z. B. des Brechweinſteins, des ſalzſauren Spieſsglaſes, welches mit Säure im Maximum und im Minimum vorkömmt, u. ſ. f. Das zweite, das *Oxyd im Maximum*, tritt nicht leicht in Verbindung mit den Säuren, wie das auch mit andern Metallen in hohen Graden von Oxydirung der Fall iſt. Beim Calciniren kömmt das Spieſsglas nicht bis zur Oxydirung im Maximo; wohl aber, wenn es in der Luft verbrennt, oder mit Salpeterſäure behandelt, oder mit Salpeter verpufft wird. Ich glaube ſelbſt, daſs das im oxygenirt-ſalzſauren Gas verbrannte Spieſsglas dieſen Grad von Oxydirung nicht erreicht. In der Natur kömmt zuweilen

N 2

Spieſsglas-Oxyd im Maximum vor, ſo z. B. in dem aus Schwefel-Spieſsglas allmählig entſtandenen pulverulenten *weiſsen Spieſsglaserze* von Tornavara in Galicien. *) Das Spieſsglas-Oxyd im Minimum kann nicht mehr Sauerſtoff in ſich aufnehmen, ohne ſogleich in den Zuſtand des Oxyds im Maximum überzugehen, und letzteres keinen Sauerſtoff verlieren, ohne ſich in das Oxyd im Minimum zu verwandeln. **)]

Herr Thenard glaubt bei ſeiner Arbeit über das Spieſsglas 6 verſchiedene Spieſsglas-Oxyde gefunden zu haben. Ich werde Reſultate nicht beſtreiten, die von jemand erhalten ſind, der mit der Genauigkeit zu arbeiten weiſs, welche den vollendeten Chemiker charakteriſiren. Wenn ich indeſs das faſt allgemeine Geſetz bedenke, daſs ſich überall in der Natur nur Eine, oder höchſtens zwei

*) Ueberhaupt nehmen die Metalle, welche ſich leicht oxydiren, in der Natur immer den höchſten Grad der Oxydirung an, ſchützt ſie nicht ein beſonderer Zuſtand von Verbindung, wie im isländiſchen Kryſtalle, im Braunſpathe und im ſpäthigen Eiſenſteine, in welchem Eiſen und Manganes bleibend im Minimo der Oxydirung ſind. *Prouſt.*

**) Das in dieſem Abſatze zuſammen gedrängte ſind die Endreſultate von Unterſuchungen, welche Hr. Prouſt in dem angeführten Aufſatze in ihrem ganzen Detail mittheilt. Hierher gehörten ſie, ſofern ſie zum Verſtändniſſe deſſen unentbehrlich ſind, was vom Schwefel-Spieſsglas geſagt wird. *d. H.*

Gränzen der Oxydation für die Metalle finden, an welche ebenfalls der Menſch in ſeinen Nachbildungen gebunden iſt, *) ſo fürchte ich ſehr, daſs die von ihm angenommenen ſechs Gränzen nicht alle von der Natur dürften anerkannt werden. Sollten wir in der That Grund haben, anzunehmen, daſs, wenn ein nicht flüchtiges Oxyd im Maximum durch Hülfe einer hohen Temperatur desoxydirt wird, oder wenn umgekehrt ein Metall bei allmählig zunehmender Hitze bis zum Maximum der Oxydirung gebracht wird, daſs in dieſen Fällen alle Zwiſchenglieder, welche bei der fallenden oder bei der ſteigenden Oxydirung ſich zwiſchen den äuſserſten Gränzen finden laſſen, eben ſo viel verſchiedene Grade von Oxydation ſind? Gewiſs nicht. Ich erkenne darin nicht den gewöhnlichen Gang der Natur, und ich bin überzeugt, daſs wir in dieſen Fällen anderes nichts thun, als daſs wir *das Oxyd im Minimum mit dem Oxyd im Maximum nach allen Verhältniſſen miſchen.* **)

*) Hiervon in einem der folgenden Hefte. *Gilb.*

**) Hier einige Thatſachen, die ſehr geeignet ſind, dieſe Anſicht wahrſcheinlich zu machen, wo nicht zu beweiſen. Ich habe mehrere von den *Eiſenoxyden* analyſirt, welche Rinmann beim Calciniren von Stahl, Eiſen und Guſseiſen erhalten hat und die nach ihm Oxyde von ſehr vielen verſchiedenen Graden der Oxydation ſeyn ſollen, und in ihnen allen nur die beiden bekannten Eiſenoxyde gefunden, die in ihnen nach verſchiedenen Verhäl-

Ich erhielt in einer Glasretorte 300 Th. *Spieſsglas-Oxyd im Minimum* mit 100 Theilen *Spieſsglas* 1 Stunde lang im Fluſſe. Das Metall blieb ruhig auf dem Boden, und das Oxyd veränderte ſich nicht. Offenbar giebt es alſo keinen Zwiſchengrad von Oxydirung zwiſchen dieſem Oxyde und dem Metalle. — Als ich den Verſuch mit 400 Theilen *Spieſsglas-Oxyd im Maximum* und 300 Theilen *Spieſsglas* anſtellte, wurde ein Drittel des Metalles oxydirt und alles Oxyd kam zum *Minimum* herab; zuvor war es in der Hitze unſchmelzbar, jetzt floſs es darin und kryſtalliſirte ſich ganz ſo, und mit eben dem Ausſehen, als das Oxyd im Minimum. Dieſelbe desoxydirende Wirkung hat der *Schwefel* auf das Oxyd im Maximum; als ich es mit $\frac{1}{24}$ Schwefel zuſammen ſchmelzte, verwandelte es ſich unter Entbindung von ſchweflig-ſaurem Gas ganz in Oxyd im

niſſen gemengt waren. Auch die *magnetiſchen Eiſenerze* zeigen mir nichts als Miſchungen ſchwarzen und rothen Eiſenoxyds. Setzt man einer Säure, z. B. der Salzſäure, bald nachdem ſie beide Oxyde aufgelöſt hat, Kali zu, und ſchüttelt die Auflöſung und erwärmt ſie, falls es nöthig iſt, ſo kann man ſicher ſeyn, daſs das rothe Oxyd ſich eher als das ſchwarze niederſchlägt; und ſo laſſen ſich beide ſcheiden. — In den grünlichen Oxyden, die ſich im Anfange der Calcination von *Blei* oder *Wismuth* bilden; eben ſo in den *Zinn-*, den *Kupfer-* u. a. *Oxyden*, findet ſich nichts als Oxyd im Maximum, welches Metalltheile umhüllt; wollte man indeſs den Grad ihrer Oxydation nach der Menge von

Minimum, und floſs zu einer dunkeln kryſtalliſirten Maſſe zuſammen. Daſſelbe iſt der Fall, wenn man es mit $\frac{1}{12}$ Schwefel-Spieſsglas erhitzt.

Man erhitze in einer Glasretorte, die ſtark genug iſt, daſs Schwefel-Spieſsglas ſich darin ſchmelzen läſst, 130 Theile Spieſsglas-Oxyd im *Maximum* mit eben ſo viel *Schwefel*; es geht eine groſse Menge ſchweflig-ſauren Gas über, darauf kömmt Schwefel, und als Rückſtand bleiben in der Retorte 135 Theile Schwefel-Spieſsglas. Statt der 30 Theile Sauerſtoff, die entweichen, treten hier 35 Theile Schwefel mit 100 Theilen Spieſsglas in Verbindung, ganz dem vorigen entſprechend. — Behandelt man auf dieſelbe Art 100 Theile Spieſsglas-Oxyd im *Minimum*, ſo erhält man 111 Theile Schwefel-Spieſsglas; und auch das entſpricht genau

Salpetergas beſtimmen, das ſie aus Salpeterſäure entbinden, ſo müſsten wir auf die Meinung kommen, dieſe Metalle oxydirten ſich nach jedem Verhältniſſe. Es verhält ſich mit den Verbindungen des Sauerſtoffs gerade ſo, als mit denen des Schwefels, der Säuren, u. ſ. f. Die Wahlanziehung und die Proportion ſind die beiden Pole, um welche das ganze Syſtem der wahren Verbindungen *(des vraies combinaiſons)* ſich dreht, ſo wohl in der Natur, als in der Hand des Chemikers. Kurz, der Sauerſtoff gehört nicht zu den Körpern, die ſich vermiſchen können *(qui peuvent ſe mélanger)*; ſo oft er ſich verbindet, iſt er conſtanten Verhältniſſen unterworfen, und dieſe Verhältniſſe ſind es, welche wir ſtudiren müſſen. *Prouſt.*

der Menge Metall im Oxyd. *) In beiden Fällen geht die Desoxydirung des Spieſsglaſes durch den Schwefel in einer ſehr mäſsigen Hitze, einer kleinern als die Rothglühehitze, vor ſich.

Bis jetzt hatte man geglaubt, das Spieſsglas-Oxyd trete mit dem Schwefel in bleibende Verbindungen; die eben erzählten Verſuche beweiſen, daſs dieſes *ein Irrthum* war. Nie können beide Körper auf einander in einer hohen Temperatur einwirken, ohne daſs der Sauerſtoff das Metall verläſst, indem das Spieſsglas ſich mit Schwefel verbindet. Dagegen vermag das *Schwefel-Spieſsglas ſich, als ſolches, im Spieſsglas-Oxyd im Minimum nach verſchiedenen Verhältniſſen aufzulöſen*, und ſolche Auflöſungen ſind alle die Spieſsglas-Produkte, *(Spieſsglas-Glas, Rubin, Safran, Leber,)* welche man bisher für Schwefel-Spieſsglas-Oxyde hielt.

Schmelzt man nämlich *Spieſsglas-Oxyd im Minimo* mit verſchiedenen Antheilen *Schwefel* von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{6}$ zuſammen, ſo entbindet ſich jedes Mahl ſchwefilg-ſaures Gas, und es entſteht ein gleichförmiges gut geſchmolzenes rothes Glas, *Spieſsglas-Glas, (Spieſsglas-Rubin,)* das bei kleinern Antheilen Schwefel durchſichtig und lichter, bei gröſsern dunkler und undurchſichtig iſt, und bei $\frac{1}{4}$ Schwefel

*) Da 123 Theile 100 Theile Metall enthalten, ſo ſind in 100 Theilen Oxyd im Minimo 81,3 Th. Spieſsglas, und dieſe verbinden mit ſich nach Obigem 0,35 . 81,3 = 28,4 Th. Schwefel, müſſen folglich 109,4 Th. Schwefel-Spieſsglas geben. *Gilb.*

wahrer *Spieſsglas - Safran* (*Crocus metallorum*), bei ⅛ Schwefel aber dunkelſchwarz und wahre *Spieſsglas - Leber* (*Hepar antimonii*) wird. Bei ½ Schwefel wird alles Oxyd reducirt und es entſteht Schwefel - Spieſsglas. — Dieſelben Produkte erhält man ohne alle Gasentbindung, wenn man das Oxyd im *Minimum* mit verſchiedenen Antheilen *Schwefel - Spieſsglas* zuſammen ſchmelzt. So z. B. giebt dieſes Oxyd mit ⅛ Schwefel-Spieſsglas ein ſehr ſchönes durchſichtiges *Rubinglas*; mit ⅓ einen hellen *Crocus*; mit ½ eine röthlich - ſchwarze, und mit 2 Th. Schwefel - Spieſsglas eine dunkle *Spieſsglas - Leber*. — Gleichfalls laſſen ſich dieſe Produkte mit dem *Spieſsglas - Oxyd im Maximo*, wenn man Schwefel oder Schwefel - Spieſsglas hinzu ſchmelzt, doch auch im letzten Falle nur unter Entbindung von ſchweflig - ſaurem Gas erhalten. Schwefel - Spieſsglas und Schwefel bringen dieſes Oxyd beide zum Oxyd im *Minimo* herab; die Leber, die Crocus, die Rubine, welche aus demſelben entſtehn, ſind daher von den aus dem Oxyd im *Minimo* in nichts verſchieden. So z. B. giebt das Oxyd im *Minimum* mit ⅕ Schwefel ein ſchönes durchſichtiges *Rubinglas*, und mit ¼ Schwefel - Spieſsglas eine vollkommene *Spieſsglas - Leber*. — Endlich laſſen ſich dieſe Präparate auch aus *Schwefel - Spieſsglas* durch oxydirende Prozeſſe erhalten, z. B. wenn man Schwefel-Spieſsglas mit gleichen Theilen Schwefelſäure, oder mit 2 Theilen Salpeterſäure von 30° deſtillirt, u. ſ. f.

Hieraus erhellt offenbar, daſs die Leber, Crocus und Gläſer aus Spieſsglas und alle die Lebermixturen, welche uns die alte Chemie überliefert hat, nichts als Spieſsglas-Oxyd im *Minimum* ſind, worin (nicht Schwefel, ſondern) *Schwefel-Spieſsglas* in verſchiedenen Mengen enthalten iſt; kurz, Miſchungen, die ſich durch dieſe Formel vorſtellen laſſen: *Oxyd* + 1, + 2, + 3 — — — — Portionen *Schwefel-Spieſsglas.* *) Dieſes rettet das Oxyd von dem Verdachte, daſs es ſich mit dem Schwefel nach jedem Verhältniſſe verbinde, ohne ſich nach dem unveränderlichen Geſetze der Proportion zu richten.

Wenn man *Schwarzkupfer* analyſirt, ſo findet man darin den Schwefel in ſehr variabeln Verhältniſſen. Nichts deſto weniger vermag Kupfer ſich nie anders mit Schwefel als mit 28 Theilen auf 100 Theile Kupfer zu verbinden. Dieſes Schwefel-Kupfer iſt aber fähig, ſich in Kupfer aufzulöſen; und ſo befindet ſich der Schwefel im Schwarzkupfer. Behandelt man daſſelbe mit Salpeterſäure von 30° Stärke, ſo erhält man Schwefelſäure; eine ſchwache Säure von 10 bis 12° ſcheidet aber das blaue Schwefel-Kupfer unzerſetzt, mit ſeinen bekannten Eigenſchaften ab. **)

*) Man darf ſich hier nicht an die Zahlwerthe halten; ſie ſollen bloſs Verbindungen des Oxyds mit verhältniſsmäſsig gröſsern Mengen von Schwefel-Spieſsglas bedeuten. *Gilb.*

**) Siehe S. 168. *Gilb.*

Ein wenig Schwefel mit einer groſsen Menge Spieſsglas-Oxyd im *Minimum* zuſammen geſchmelzt, desoxydirt etwas davon, verwandelt ſich damit in Schwefel-Spieſsglas, und dieſer löſt ſich im übrigen Oxyd auf, färbt es, macht es glaſig und durchſichtig; ſo entſtehn *Gläſer*, *Rubine*; und ſie entſtehn gerade auf dieſelbe Art, wenn man ein wenig Schwefel-Spieſsglas zum Oxyd zuſchmelzt. Mehr Schwefel oder Schwefel-Spieſsglas dem Oxyd zugeſetzt, giebt die *Crocus*, die *Lebern*; ſo z. B. geben 100 Theile Spieſsglas-Glas mit 20 Theilen Schwefel, eine Spieſsglas-Leber. Alle dieſe Mixturen können eine hohe Hitze ertragen, ohne ihren Zuſtand zu ändern, weil der Schwefel, den ſie enthalten, an Metall und nicht an das Oxyd gebunden iſt.

Dieſe Theorie verbreitet ebenfalls Licht über den Zuſtand, in welchem ſich die Metalle im *Rothgiltigerze* befinden. Dieſes Erz erträgt eine hohe Temperatur, ohne ſchweflig-ſaures Gas zu geben; es kann alſo nicht Schwefel an Spieſsglas-Oxyd, ſondern nur an Metall gebunden enthalten. Eben ſo wenig kann in dieſem Erze der Schwefel mit Silberoxyd verbunden ſeyn; denn es giebt weder in der Natur noch in der Kunſt eine Verbindung dieſer Art; eine Mengung beider Körper wird ſogleich in der mäſsigſten Hitze zum *Schwefel-Silber*. Auch müſste ſonſt das Rothgiltigerz in der Hitze ſchweflig-ſaures Gas geben. Iſt es denn aber wohl möglich, wird man fragen, daſs Schwefel-Silber im

Spieſsglas-Oxyd aufgelöſt ſeyn könne? Die Natur kann ohne Zweifel eine ſolche Auflöſung bewirken, die Kunſt vermag aber das Spieſsglas-Oxyd weder mit Silber noch mit Schwefel-Silber zu verbinden. Dagegen löſt Spieſsglas-Rubin gepulvertes Silber im Schmelzen auf, und giebt damit eine glasartige Miner, die in Maſſe dunkel, gepulvert aber roth iſt und denſelben Teint hat als geſchmolzenes Rothgiltigerz. Sollte Vauquelin ſeine Arbeit über dieſes Erz unter dieſen Geſichtspunkten wiederhohlen, ſo wird er denſelben beſtätigen oder verbeſſern, und uns belehren, ob vielleicht das Silber ſich nothwendig erſt mit Schwefel-Spieſsglas verbinden muſs, um durch dieſes dem Oxyd angeeignet zu werden. *)

Die andern Metalle zeigen uns wenig Zuſammenſetzungen, die dieſen des Spieſsglaſes analog wären. Wir kennen kein Oxyd eines andern Metalles, welches die Verbindung des Schwefels mit dieſem Metalle auflöſen und durch daſſelbe gefärbt werden könnte; es ſey denn vielleicht das des Arſeniks, welches aus dieſem neuen Geſichtspunkte unterſucht zu werden verdient. **) Arſenik-Oxyd,

*) Dies ſchrieb Hr. Prouſt im Jahre 1802. Späterhin hat er ſich dieſer Unterſuchung der Rothgiltigerze ſelbſt unterzogen, und ſie hat ihn auf die Reſultate geführt, welche man unter der folgenden Ueberſchrift findet. *Gilb.*

**) Die Verſuche Thenard's, welche man unter der vorher gehenden Ueberſchrift gefunden hat, widerlegen dieſe Vermuthung. Eher noch könnte

das mit Schwefel erhitzt wird, geht völlig in den metalliſchen Zuſtand zurück, und giebt einen durchſichtigen Schwefel-Arſenik, der nichts weniger als ein Schwefel-Arſenikoxyd iſt, wie man aus ſeiner Durchſichtigkeit fälſchlich geſchloſſen hatte, ſondern ein wahres Schwefel-Metall.

Eben ſo hat uns bisher der Umſtand, daſs *Zinnober* und *Blende* durchſcheinend ſind, in dem Irrthume erhalten, ſie für Verbindungen von Oxyden mit Schwefel zu nehmen. Fürchtete ich nicht, mich zu weit von dem Gegenſtande zu verirren, ſo könnte ich ſchon jetzt den vollſtändigen Beweis führen, daſs der *Zink* in ſeinen Schwefelverbindungen ſich im metalliſchen Zuſtande befindet. Ich werde es bei einer andern Gelegenheit thun. *)

[Das Spieſsglas-Oxyd im *Minimum* kann ſich mit Schwefel-Waſſerſtoff verbinden, und giebt damit zwei verſchiedene Produkte, *Kermes* und *Goldſchwefel;* der erſte iſt ziemlich gut bekannt, der letzte wenig oder gar nicht, in ſo fern wir nicht wiſſen, worauf eigentlich ſeine Verſchiedenheit

man den Realgar für eine Auflöſung des Operments, (als wahren Schwefel-Arſeniks,) in Arſenik Metall halten, wäre es nicht einfacher, zwei verſchiedene Verhältniſſe anzunehmen, nach welchen der Schwefel ſich mit dem Arſenik zu verbinden vermag. *Gilb.*

*) Dieſes iſt, ſo viel ich weiſs, bisher noch nicht geſchehn. Weiter hin wird man einen Aufſatz finden, der hierauf Beziehung hat. *Gilb.*

vom Kermes beruht. Das Oxyd im *Maximum* iſt unfähig, dieſe beiden Verbindungen einzugehen. *)]

Die Rothgiltigerze. **)

Das *Rothgiltigerz* iſt eine innige Vereinigung von Schwefel-Silber mit Schwefel-Arſenik oder mit Schwefel-Spieſsglas; einiges enthält vielleicht alle drei: und ſtets befinden ſich darin die Metalle reguliniſch und mit Schwefel geſättigt. Ehemahls glaubten alle Mineralogen, im Rothgiltigerze ſey das Silber durch Schwefel und Arſenik vererzt; ſeit Klaproth's Analyſe einiger Rothgiltigerze aus Sachſen und vom Harze, wurde dagegen die Meinung allgemein, daſs jedes Rothgiltigerz Schwefel-Spieſsglas ſey, und daſs keins Arſenik enthalte, weil auch Vauquelin nur in einigen, (und zwar höchſtens 2 Procent,) Arſenik neben dem Spieſsglaſe gefunden habe. Und doch war es bekannt, daſs Sage 1789 aus dem Rothgiltigerz von St. Marie durch Deſtillation einen Arſenikkönig erhalten hatte. Meine Verſuche, die ich mit Rothgiltigerzen, deren Geburtsort ich nicht kenne, angeſtellt habe, beweiſen, daſs das arſenikhaltige Rothgiltigerz

*) Dies iſt das Reſultat, welches Herr Prouſt aus den Verſuchen zieht, welche er im Detail mittheilt, die ich hier aber übergehe. *Gilb.*

**) Zuſammen gezogen aus der fünften der oben erwähnten Abhandlungen Prouſt's: über die Rothgiltigerze, geſchrieben 1804. *Gilb.*

wieder in die Mineralogieen aufgenommen werden muſs.

Beide Arten von Rothgiltigerz, das *arſenikhaltige* und das *ſpieſsglashaltige*, ſcheinen ſich durch ihre äuſsern Merkmahle nicht zu unterſcheiden, wohl aber daran, daſs, wenn man auf etwas des gepulverten Erzes ſchwache Salpeterſäure von 8° nach Beaumé's Senkwage gieſst, das arſenikhaltige Rothgiltigerz in wenig Secunden ſchwarz wird, das ſpieſsglashaltige aber ſeine rothe Farbe behält, und das ſelbſt noch nach 3 Monaten; ein Kennzeichen, welches indeſs noch durch mehr Verſuche beſtätigt werden muſs, ehe man ganz darauf bauen kann. Nachdem ſie acht Tage über dem Pulver geſtanden, enthalten beide Auflöſungen kein anderes Metall als Silber in ſich, welches ſich mit Salzſäure daraus niederſchlägt; in der übrigen Flüſſigkeit zeigen Schwefel-Waſſerſtoff, Ammoniak, blauſaures Kali nichts als Schwefelſäure, und kaum einige Spuren, in der arſenikhaltigen von etwas Arſenik, in der ſpieſsglashaltigen von etwas rothem Eiſenoxyd. Dies beweiſt, daſs in der Temperatur der Luft das Schwefel-Silber von der ſchwachen Salpeterſäure eher angegriffen und oxydirt wird, als der Schwefel-Arſenik und das Schwefel-Spieſsglas. Bei ſtärkern Säuren und in höherer Temperatur ſcheinen dagegen die übrigen Schwefelmetalle ſich eher als das Schwefel-Silber zu oxydiren.

Vor dem Löthrohre iſt der Arſenikgeruch des erſten Erzes anfangs, wegen des ſtarken Schwefel-

geruchs, nicht zu erkennen; nachher äuſsert er ſich aber beſtimmt; es bleibt ein ſchwarzes Kügelchen zurück. Das zweite Erz giebt mit Borax ein grünes Kügelchen.

Beide Erze verlieren, wenn man ſie in einer Retorte erhizt, 1 bis 2 Procent Feuchtigkeit; weiter verändert ſich ihr Gewicht ſelbſt beim Schmelzen nicht. Dies iſt bei der Leichtigkeit, womit Spieſsglas-Oxyde durch Schwefel reducirt werden, ein Beweis, daſs in dem *ſpieſsglashaltigen* Rothgiltigerze das Spieſsglas reguliniſch, nicht oxydirt vorhanden iſt. Es kommt ſchwarz und verglaſt aus der Retorte, iſt aber noch roth, wenn man es pulvert.

Wird das *arſenikhaltige* getrocknet und mit gleichen Theilen Schwefel ſo lange in einer Retorte erhitzt, bis kein gelber Dunſt mehr aufſteigt, ſo erhält man allen Schwefel in der Deſtillation wieder, und das Erzpulver iſt an Umfang, Gewicht und Anſehen genau noch daſſelbe wie zuvor, nur etwas dunkler roth. Folglich müſſen die Metalle in dieſem Erze mit Schwefel geſättigt, und alle reguliniſch ſeyn; denn keins derſelben vermag in hoher Temperatur den Sauerſtoff dem Schwefel ſtreitig zu machen. Unter allen Metalloxyden thut das bloſs das *Zinnoxyd*, (ſelbſt nicht der Zink,) weſshalb es kein anderes Schwefel-Metalloxyd als lediglich das Schwefel-Zinn-Oxyd giebt. — Auf ähnliche Art verhielt ſich das ſpieſsglashaltige Erz mit dem Schwefel.

Um

Um das *arſenikhaltige* Erz in Salpeterſäure völlig aufzulöſen, bedarf es einer Säure von 33°, der Hitze, und des Röſtens der Rückſtände: dann bleibt kein Rückſtand; ein Beweis, daſs dieſe Miner kein Spieſsglas enthalten kann. Kochſalz ſchlägt aus der Auflöſung 0,86 ſalzſauren Silbers nieder: alſo iſt der Antheil der Miner an Silber 0,6466. Auf die übrige Flüſſigkeit wirkt dann bloſs noch Schwefel-Waſſerſtoff, der einen Niederſchlag von 0,24 bis 0,25 Auripigment giebt. Ein Theil des auf dieſe Art ſich regenerirenden Schwefel-Arſeniks fällt ſogleich, ein zweiter erſt nach 4 bis 6 Stunden nieder. Jener enthält das weiſse Arſenikoxyd, welches in der Säure aufgelöſt war, dieſer die Arſenikſäure in ſich; auf gleiche Art läſst ſich jedes Mahl entdecken, wie viel von beiden in irgend einer Flüſſigkeit enthalten iſt. *) Die noch bleibende Flüſſigkeit zeigte weiter nichts als Spuren von Eiſenoxyd. Da nun nach meinen Verſuchen Schwefel-Silber ſtets 15 Procent Schwefel enthält, ſo beſteht hiernach die Miner in 100 Theilen aus 74,35 Theilen Schwefel-Silber, 25 Th. Schwefel-Arſenik und 0,65 Th. Sand und Eiſenoxyd.

*) Auf ähnliche Art läſst ſich Spieſsglas-Oxyd von der Arſenikſäure in der Flüſſigkeit ſcheiden; jenes fällt, ſteigt Schwefel-Waſſerſtoffgas hindurch, ſogleich als Goldſchwefel nieder; dieſe bedarf immer 3 bis 4 Stunden, um mit dem Schwefel-Waſſerſtoff Auripigment zu erzeugen. *Pr.*

Das *ſpieſsglashaltige* Erz löſt ſich in ſtarker Salpeterſäure unter Entbindung von Salpetergas auf, giebt eine farbenloſe Auflöſung, und läſst einen weiſsen kryſtalliniſchen Rückſtand, der mit Schwefel, Sand und etwas Schwefel-Silber vermiſcht iſt. Mit Kochſalz ſchlagen ſich 0,67 ſalzſauren Silbers nieder; macht 0,504 Silber und 0,58 Schwefel-Silber. Durch die Flüſſigkeit lieſs ich Schwefel-Waſſerſtoffgas ſteigen; es ſchied ſich etwas Goldſchwefel ab, und kein Arſenik, der mit hätte zu Boden fallen müſſen, und ſich durch das hellere Gelb und die gröſsere Menge des Niederſchlags gezeigt haben würde. Die Flüſſigkeit enthielt dann nichts mehr als Eiſen; nachdem ſie gekocht worden, ſchlug Kali daraus 0,025 bis 0,03 rothen Eiſenoxyds nieder. Der weiſse Rückſtand löſte ſich nur nach wiederhohlter Behandlung mit Salzſäure darin auf, und wurde durch Schwefel-Waſſerſtoffgas daraus als Goldſchwefel niedergeſchlagen. Dieſer und der vorige, mit etwas Schwefel in einer Retorte erhitzt und geſchmelzt, gab 0,32 bis 0,33 Schwefel-Spieſsglas. Der Rückſtand auf einem Scherben verbrannt, lieſs 0,03 Sand zurück. Hiernach beſteht dieſes Erz in 100 Theilen aus 58 Th. Schwefel-Silber, 33 Th. Schwefel-Spieſsglas, 3 Th. rothen Eiſenoxyds, 3 Th. Sand, 3 Th. Waſſer einſchlieſslich des Verluſtes.

Vauquelin hat das Rothgiltigerz durch Kali analyſirt, und dieſes glücklich erſonnene Mittel reicht faſt ganz allein zur Analyſe hin; denn das

Kali nimmt den Schwefel-Arſenik vollſtändig, und das Schwefel-Spieſsglas bis auf eine Kleinigkeit in ſich. Das arſenikhaltige lieſs hierbei 0,745 Schwefel-Silber zurück, der in Salpeterſäure aufgelöſt mit Schwefel-Waſſerſtoff, (nach dem Niederſchlage des Silbers durch Salzſäure,) keine Spur von Arſenik gab.

Aus der Ruhe und aus dem Mangel an Geruch, womit das Kali das ſpieſsglashaltige Rothgiltigerz auflöſt, hat Vauquelin geſchloſſen, die Metalle, welche das Erz enthält, müſsten oxydirt ſeyn. Hierin kann ich ihm nicht beiſtimmen. Auch das reine Schwefel-Spieſsglas löſt ſich im Kali ohne ſichtbare Gasentbindung auf, und bei der Kermesbereitung verbreitet ſich zwar ein ſchweflig-ſaurer, aber kein Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoff. Denn ſo wie dieſer Stoff ſich bildet, indem das Spieſsglas ſich auf Koſten des Waſſers oxydirt, löſt es ſich in Kali auf, und tritt dann an das Oxyd, mit dem es als Kermes oder als Schwefel-Waſſerſtoff-Oxyd niederfällt. Dies iſt der Grund, warum Schwefel-Spieſsglas und ſo auch unſre Miner ſich im Kali ohne Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas auflöſt; das reine Schwefel-Spieſsglas giebt dabei im Gasapparate nichts als ein wenig kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas.

Hat man weiſsen Arſenik in gut geſättigtem Schwefel-Waſſerſtoff-Kali aufgelöſt, und man fügt eine Säure hinzu, ſo ſchlägt ſich Auripigment ebenfalls ohne die mindeſte Gasentbindung und ohne

allen Geruch nieder, und doch findet ſich der Schwefel-Waſſerſtoff nirgends wieder. Der Arſenik iſt aber reguliniſch im Auripigmente; ihn hat der Waſſerſtoff reducirt, und der Schwefel vereinigt ſich mit dem aus der Auflöſung reducirten Metalle. Reiner Arſenik-König iſt im Schwefel-Waſſerſtoff unauflöslich. Es ſcheint, daſs es weder Schwefel-Waſſerſtoff-Arſenik, noch Schwefel-Arſenik-Oxyd in der Natur oder in der Kunſt giebt.

Natürliches Schwefel-Manganes. *)

Dieſes Schwefelmetall iſt, ſo viel ich weiſs, von den Mineralogen noch nicht wahrgenommen worden. Ich habe es vor einiger Zeit in Stückchen des Nagyag'ſchen Golderzes entdeckt. Dieſe Stücke beſtanden aus einer Gangart von kohlenſaurem Manganes mit Quarz vermiſcht; derſelben, in welcher das Schwefel-Tellur in Kryſtallen von metalliſchem Anſehn vorkömmt. Statt dieſer Kryſtalle finden ſich in dieſen Exemplaren eine Menge Punkte, die ſich unter der Loupe wie eine Zuſammenhäufung von Kiestheilchen zeigen. Mit verdünnter Schwefelſäure behandelt, geben ſie in Menge eine Miſchung von kohlenſaurem Gas und von Schwefel-Waſſerſtoffgas. Das erſte rührt von der Zerſetzung des kohlenſauren Manganes, das letzte von der des Schwefel-Manganes her.

Es iſt ſehr leicht, ſich zu überzeugen, daſs dieſes neue Schwefelmetall hier vorhanden iſt. Ein

*) Aus der zweiten der oben erwähnten Abhandlungen, die 1802 geſchrieben iſt. *Gilb.*

Mahl wird keins unter allen bekannten Schwefelmetallen von verdünnter Schwefelſäure mit ſolcher Leichtigkeit und unter einer ſo reichlichen Gasentbindung zerſetzt; zweitens wirkt dieſe Säure auf das künſtliche Schwefel-Manganes eben ſo lebhaft; drittens findet ſich in der Auflöſung nichts als Manganes-Oxyd und einige Atome Eiſenoxyd.

Das Stück enthält auſserdem weder Gold, noch Silber, noch Tellurium, noch Blei, u. ſ. f. In dem wahren Tellurerz habe ich Schwefel-Blei mit Schwefel-Tellurium vereint, und das Gold gediegen, keinesweges vererzt gefunden.

Ich habe zu wenig von dieſem Schwefel-Manganes, um zu entſcheiden, ob es das Manganes als Metall oder als Oxyd enthält. Iſt das erſte der Fall, ſo wird es höchſt wahrſcheinlich durch ſeine groſse Dichtigkeit gegen den Einfluſs des Sauerſtoffs der Luft geſchützt; denn das künſtliche Schwefel-Manganes geht ziemlich bald in ſchwarzes Oxyd und in ſchwefelſaures Manganes über. *)

*) Herr Prouſt bemerkt im *Journ. de Phyſ.*, 1805, Sept., p. 272, der Mineraloge Del Rio habe ganz vor kurzem in Mexiko natürliches Schwefel-Manganes gefunden; dadurch werde alſo das beſtätigt, was er hier von dem ähnlichen Mineral von Nagyac geſagt habe. *Gilb.*

(Die Fortſetzung im nächſten Stücke.)

V.

Ueber das Platin in einigen Silbererzen von Guadalcanal in Spanien;

von

Vauquelin,

Mitgliede des Nat. - Inſt. in Paris.*)

Mit einigen Bemerkungen von Gilbert.

Man hatte bisher Platina nirgends anders, als in Südamerika, zu Santa-Fé und im Diſtrikte von Choco, unter den Golderzen gefunden. Das Gerücht, welches ſich vor einigen Jahren verbreitete, man habe ſie in Sibirien entdeckt, hat ſich eben ſo wenig beſtätigt, als vor funfzehn Jahren die Sage, daſs ſie in einem eiſenſchüſſigen Sande zu St. Domingo vorkomme.

Man hatte mir die Analyſe der Erze aus dem berühmten Silberbergwerke zu Guadalcanal in Spanien übertragen, das vor kurzem, nachdem es lange aufläſſig geweſen, an einem neuen Punkte wieder eröffnet worden iſt. Bei dieſer Gelegenheit entdeckte ich in einer Art dieſer Erze Platin in ziemlich bedeutender Menge. **) Dieſe Art des Erzes

*) *Annales de Chimie*, Dec. 1806, p. 317. *Gilb.*

**) „Die Entdeckung der Platina in den Silberminern zu Cazalla und Guadalcanal in Eſtremadura", (heiſst

iſt grau von Farbe, und hat ziemlich viel Aehnlichkeit mit dem Fahlerz der Deutſchen. Sie enthält Kupfer, Blei, Spieſsglas, Eiſen, Schwefel, Silber und manchmahl Arſenik. *) Die Gangart derſelben beſteht gewöhnlich aus Kalkſpath, wozu Schwerſpath und Quarz kommen. Ich habe im vorigen October Hrn. Fourcroy meine Entdeckung mit-

es in Nachrichten von Madrit vom 6ten Jan. 1807 in der Berl. Zeit., No. 43, 1807,) hat hier eine um ſo angenehmere Senſation gemacht, da von dieſem Metalle ſeit einigen Jahren in Peru nur noch äuſserſt geringe Quantitäten gefunden werden. Nach den Proben der pariſer Chemiker ſind die ſpaniſchen Erze an dieſem Metalle noch weit reichhaltiger, als die amerikaniſchen. (?) Ueberhaupt verſprechen jene ſchon zu den Zeiten der Römer berühmt geweſenen Gruben die reichſte Ausbeute. In das königl. Kabinet ſind ſchon einige Mahl ſehr ſchöne und groſse Stufen von dorther eingeſchickt worden. Die Bearbeitung derſelben geſchieht durch ſächſiſche Bergleute und iſt einer Aktien-Geſellſchaft überlaſſen, die aus Deutſchen, Franzoſen und Spaniern beſteht, und vom Könige ausgedehnte Privilegien erhalten hat." *Gilb.*

*) Dieſes Erz gehört alſo zu den merkwürdigen zuſammengeſetzten Schwefel-Metallen, deren Natur uns Herr Prouſt genauer hat kennen gelehrt, und ſchlieſst ſich an die Erze an, von welchen Herr Prouſt in dem vorſtehenden Aufſatze, S. 169, redet, und über deren Natur der Leſer in dem folgenden Hefte der Annalen noch fernere Aufſchlüſſe von dieſem groſsen Chemiker finden wird. *Gilb.*

getheilt, und dieſer mein gelehrter College, deſſen Einſicht und Freundſchaft mir ſeit zwanzig Jahren ſtets von Nutzen geweſen ſind, forderte mich auf, dieſe Thatſache, welche ihm ſehr wichtig ſchien, durch hinlänglich viele und abgeänderte Verſuche gegen allen Zweifel zu ſichern. Ich habe ſeinen Rath befolgt, und die Reſultate der Verſuche, welche ich hier mittheilen werde, haben mir völlige Ueberzeugung gegeben, ob ich gleich bis jetzt nur mit ſehr kleinen Mengen des Erzes habe arbeiten können.

Das Platin ſcheint in den Erzen von Guadalcanal in ſehr verſchiedener Menge vorzukommen. Einige Probeſtücke gaben mir 20 Mark auf den Zentner, oder 10 Procent; andere zeigten nur einige ſchwer wahrzunehmende Spuren von Platin; ein Beweis, daſs das Platin kein weſentliches Stück, kein wahrer Beſtandtheil dieſer Erze iſt, ſondern daſs es der Miner nur an einigen Stellen des Ganges ſehr ungleich beigemengt iſt. Mit dem Silber ſcheint es derſelbe Fall zu ſeyn; die Menge deſſelben iſt ſehr verſchieden und variirt in dem Guadalcanaler Fahlerze von 4 bis 14 Mark auf den Zentner oder von 2 bis 7 Procent *).

Die Methode, deren ich mich nach mehrern vergleichenden Verſuchen bediene, um das Platin

*) Beides ſtimmt vollkommen mit der Anſicht des Herrn Prouſt von den Fahlerzen überein. Sie ſind Vereinigungen nach ſehr verſchiedenen Ver-

aus dieſen Erzen auszuziehen, iſt folgende. 1°. Das Erz wird zu einem feinen Pulver zerrieben, und bei einer mäſsigen Hitze unter beſtändigem Umrühren, um das Dampfen zu vermeiden, geröſtet. 2°. Darauf ſchmelze ich es mit einer gleichen Menge gewöhnlicher Potaſche zuſammen; dies giebt einen König, der aus Platin, Silber, Blei, Kupfer, manchmahl auch aus etwas Spieſsglas beſteht; das Eiſen und ein Theil des Bleies bleiben in der Schlacke. 3°. Kupfer, Blei und Spieſsglas treibe ich alsdann auf der Kapelle ab, und es bleibt mir nun nichts als Silber und Platin zurück. 4°. Scheidewaſſer löſt das Silber auf; das zurück bleibende Platin wird gewaſchen, und damit es ſeinen Metallglanz wieder erhalte, gehörig ausgeglüht.

Iſt in dem Metallkönige des Bleies nicht genug, um beim Abtreiben auf der Kapelle alles Kupfer mitzunehmen, ſo wiederhohle ich das Abtreiben mit einer neuen Menge Blei. Iſt des Silbers zu wenig, als daſs das Scheidewaſſer die Legirung anzugreifen vermag, ſo ſchmelze ich, wie beim Scheiden des Goldes, etwas Silber hinzu. Nimmt man Scheidewaſſer, das etwas concentrirt iſt, ſo löſt es einen Antheil Platin

hältniſſen von Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Spieſsglas, denen hier noch Schwefel-Blei und Schwefel-Silber, (auch Arſenik und Platin in einem Zuſtande, welcher durch Verſuche erſt genauer kennen zu lernen iſt,) beigemengt ſind. *Gilb.*

mit dem Silber auf, wie das die braune Farbe zeigt, welche in dieſem Falle die Auflöſung annimmt.

Sollte ſich das Platin im Guadalcanaler Fahlerze im Groſsen in ſolcher Menge finden, daſs das Erz ſich darauf benutzen lieſse, woran nach meinen Verſuchen kaum zu zweifeln iſt, ſo wird man gezwungen ſeyn, die Scheidung durch Scheidewaſſer vorzunehmen, gerade ſo, wie das mit dem Golde geſchieht, welches man aus Silbererzen gewinnt. Selbſt wenn das erhaltene Platin die Koſten des Verfahrens nicht lohnen ſollte, wird man ſich doch dazu entſchlieſsen müſſen, um das Silber für ſich zu erhalten. Denn welchen Weg man auch einſchlage, immer bekömmt man beide Metalle vereint, da ſie ein ſo ähnliches Verhalten haben.

Das Platin ſcheint in dieſen Erzen im metalliſchen Zuſtande zu ſeyn; denn die einfachen Säuren löſen nicht das mindeſte davon auf, und es findet ſich dann immer unter dem Schwefel und der Kieſelerde, wenn letztere einen Theil der Gangart ausmacht. Ich entdeckte es zuerſt, als ich den Rückſtand des Erzes unterſuchte, nachdem ich das Erz erſt mit Salpeterſäure und dann mit Salzſäure behandelt hatte. *)

*) Hiernach ſcheint es nicht als Schwefel-Platin, ſondern entweder als reines Platin, oder an Arſenik gebunden dem Erze eingemengt zu ſeyn. Im erſtern Falle würde das Guadalcanaler Fahlerz den amerikaniſchen Fahlerzen, aus welchen Herr

Es iſt merkwürdig, daſs ſich in dem ſpaniſchen Platin keines der vier neuen Metalle findet, die in den Erzlagern von Peru dem Platin beigemiſcht ſind. Dieſer Umſtand iſt wichtig, da er auf die Art, wie das Platin darzuſtellen iſt, Einfluſs hat, und uns hoffen läſst, daſs man aus den ſpaniſchen Erzen das Platin ſogleich in einer Reinheit erhalten werde, zu der man das Platin aus Peru erſt nach vielen und ſehr koſtbaren Prozeſſen bringt.

Sollten dieſe Hoffnungen in Erfüllung gehen, wie es ganz den Anſchein hat, ſo werden wir in Europa, und nicht fern von uns, ein köſtliches Metall beſitzen, das für Phyſik, für Chemie, für die Künſte und ſelbſt für den häuslichen Gebrauch ſehr bald ſich von auſserordentlichem Nutzen zeigen, und aus dem man Inſtrumente, Gefäſse und Hausrath aller Art verfertigen wird, da es alle Vorzüge des Goldes, und noch einige andere Eigenſchaften beſitzt, die es ſehr viel brauchbarer als das Gold machen.

Prouſt reines gediegenes Eiſen ausgeſondert hat; (S. 170,) ſehr analog ſeyn, und vielleicht lieſse ſich dann das Platin durch ſehr einfache mechaniſche Mittel von dem fein zerriebenen Erze trennen. Hr. Prouſt verbreitet die amerikaniſche rohe Platina, um ſie von ihren ſandartigen Beimengungen zu befreien, auf einem Tiſche mit Rändern, an dem einen Ende deſſelben, und bläſt mit einem Handblaſebalge darauf, um den Sand und ſie geſondert an die andere Seite hin zu treiben. Nach fünf Wiederhohlungen war nicht mehr ein Körnchen Sand dabei. *Gilb.*

VI.

BEMERKUNGEN

zu der Anfrage und Aufforderung des Herrn Commiſſionsraths Buſſe *in Freiberg in dieſen Annalen, Band XXIII, St.* 6, *S.* 256,

vom

Dr. Mollweide
in Halle.

1. Herr Buſſe hat in ſeinem Beweiſe des ſtatiſchen Theorems, betreffend die Zuſammenſetzung der Kräfte, einen Satz zu Hülfe genommen, von welchem er der Anfrage nach glaubt, daſs er wohl einigen Mathematikern paradox vorgekommen ſeyn könne, und zwar deſswegen, weil dabei *zwei* Gröſsen durch *eine einzige* Gleichung beſtimmt zu werden ſcheinen.

Der Satz iſt dieſer: Wenn $b^2 \cos \beta^2 + e^2 \sin \beta^2$ für jeden Werth von β gleich 1 ſeyn ſoll, ſo muſs $e = b = \pm 1$ ſeyn.

Ich weiſs nicht, was das für Mathematiker ſeyn mögen, denen der Satz paradox vorkommen könnte. Dieſe müſsten in der Algebra wohl nur bei den *beſtimmten* Gleichungen ſtehen geblieben und nicht bis zu den *unbeſtimmten* Gleichungen und der Methode der unbeſtimmten Coefficienten gekommen

ſeyn, alſo die gegebene Gleichung mit einer beſtimmten verwechſeln. Aber die dem Satze beigefügte Bedingung, daſs die Gleichung für jeden Werth von β gelten ſoll, giebt ſogleich zu erkennen, daſs man es hier mit einer unbeſtimmten Gleichung zu thun habe, worin nicht der Werth von β, ſondern die Coëfficienten e und b nach der Methode der unbeſtimmten zu beſtimmen ſind. Hiernach iſt denn auch der Beweis des Satzes ſehr leicht. Ich will deren drei mittheilen, unter welchen man wählen mag.

2. Da $\text{coſ}\,\beta^2 + \text{ſin}\,\beta^2 = 1$, ſo wird

$$b^2 \,\text{coſ}\,\beta^2 + e^2 \,\text{ſin}\,\beta^2 = 1 = \text{coſ}\,\beta^2 + \text{ſin}\,\beta^2,$$

oder $(b^2 - 1)\,\text{coſ}\,\beta^2 + (e^2 - 1)\,\text{ſin}\,\beta^2 = 0.$

Soll der erſte Theil dieſer Gleichung mit dem zweiten für jeden Werth von β identiſch ſeyn, ſo muſs jeder der in $\text{coſ}\,\beta^2$ und $\text{ſin}\,\beta^2$ multiplicirten Coefficienten für ſich Zero ſeyn. Dadurch iſt

$$b^2 - 1 = 0$$

und $$e^2 - 1 = 0$$

mithin $$b = e = \pm 1.$$

3. Es werde die Baſis des natürlichen Logarithmenſyſtems durch c bezeichnet, ſo iſt vermittelſt der bekannten mit imaginären Exponenten behafteten Ausdrücke für den Sinus und Coſinus

$$\text{coſ}\,\beta^2 = \frac{1 + \text{coſ}\,2\beta}{2} = \frac{2 + c^{2\beta\sqrt{-1}} + c^{-2\beta\sqrt{-1}}}{4}$$

$$\text{ſin}\,\beta^2 = \frac{1 - \text{coſ}\,2\beta}{2} = \frac{2 - c^{2\beta\sqrt{-1}} - c^{-2\beta\sqrt{-1}}}{4}$$

demnach

$$1 = b^2 \,\text{coſ}\,\beta^2 + e^2 \,\text{ſin}\,\beta^2 =$$

$$\frac{b^2 + e^2}{2} + \frac{b^2 - e^2}{4}\left(c^{2\beta\sqrt{-1}} - c^{-2\beta\sqrt{-1}}\right)$$

Hieraus folgt, wie in (2)

$$b^2 + e^2 = 2$$

$$b^2 - e^2 = 0$$

alſo $b = e \mp \pm 1$.

4. Durch Differentiirung der gegebenen Gleichung und Diviſion der derivirten mit 2 ſin β coſ β entſteht dieſe:

$$b^2 - e^2 = 0$$

oder $b^2 = e^2$.

Dadurch wird die vorgegebene Gleichung

b^2 (coſ β^2 + ſin β^2) d. h. $b^2 = 1$,

alſo $b = \pm 1 = e$.

Da der Satz rein-analytiſch iſt, ſo war es ſehr *mal à propos*, die Naturphiloſophie bei dem Beweiſe derſelben, wie Herr Buſſe gethan hat, zu Hülfe zu rufen. Dieſe hat damit gar nichts zu ſchaffen.

5. Die Aufforderung, welche Herr Buſſe gemacht hat, betrifft die Auflöſung eines Problems aus der Lehre von den anziehenden Kräften, wobei Euler Schwierigkeiten erregt hat, deren Hebung mehrern Mathematikverſtändigen, z. B. Kraft, (im erſten Theile ſeiner Mechanik, Zuſ. 2, §. 73,) Käſtner, (in der höhern Mechanik, §. 93—96,) nicht leicht vorgekommen iſt. Herr Buſſe kleidet den Fall der Aufgabe, welchen er als „den gebräuchlichſten Hauptfall", — das heiſst doch wohl den in der Natur vorkommenden und deſswegen am häufigſten behandelten Fall, — anſieht, in ein Mährchen ein. Ich fürchte aber, daſs er ſeiner Sache dadurch ſehr ſchlimm gerathen habe. Denn

über dem Spaſse hat er den Widerſpruch, der ſich in ſeinem Mährchen in Betreff der Anziehung der Erde zu beiden Seiten des Mittelpunkts befindet, überſehen, und zugleich der Erde im Innern ein Anziehungsgeſetz angedichtet, das ihr daſelbſt gar nicht zukommt. Der Widerſpruch beſteht darin, daſs Herr Buſſe den Küſter Klimm, — (wenn Holberg, der die unterirdiſche Reiſe Klimm's geſchrieben hat, noch lebte, und etwa die zweite unterirdiſche Reiſe, welche Herr Buſſe ſeinen Klimm machen läſst, zu Geſicht bekäme, ſo möchte er ſich wohl dafür eben ſo bedanken, wie Cervantes ſich bei dem Avellaneda *) für den zweiten Zug, den dieſer ſeinen Don Quixote unternehmen lieſs, bedankt hat,) — auf der einen Seite des anziehenden Punktes dem Quadrate der Entfernung von demſelben *geradezu*, auf der andern aber dem Quadrate der Entfernung von demſelben *umgekehrt* proportional anziehen läſst. **) Da man die erſte Seite auch zur zweiten, und dieſe zur erſten ma-

*) Daſs das nicht der wahre Name des Verfaſſers von einer Fortſetzung des Don Quixote iſt, wiſſen die Leſer des Cervantiſchen Meiſterwerks. *M.*

**) Ich habe hier Herrn Buſſe's Ausdrücke von diesſeitiger europäiſcher Annäherung und jenſeitiger amerikaniſcher Entfernung die günſtigſte Deutung gegeben. Jede andere ſetzt ein völliges Miſsverſtändniſs des bekannten und höchſt einfach ausgedruckten Gravitationsgeſetzes von Seiten Herrn Buſſe's voraus. *M.*

chen kann; ſo folgt, daſs ein Körper zu beiden Seiten des Mittelpunkts der Anziehung zugleich dem Quadrate der Entfernung von demſelben *geradezu* und *umgekehrt* proportional angezogen wird, welches, da es einen Widerſpruch einſchlieſst, abſurd iſt.

Der Gott des Scherzes, bei dem es wohl Herr Buſſe einmahl verſehen haben muſs, hat ihn aber noch weiter geführt, und ihn eine Wolke ſtatt der Juno umarmen laſſen. Denn das Anziehungsgeſetz, worin von Quadraten der Entfernung vom anziehenden Punkte geſprochen wird, gilt bei der ſphäriſchen Erde nur auſserhalb derſelben bis an die Oberfläche, innerhalb derſelben aber findet ein ganz anderes Statt. Hier iſt nämlich die Anziehung der erſten Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte, und zwar geradezu, proportional, wovon man den Beweis in den *Princip. philoſoph. nat.*, Lib. I, Prop. 73 und 74, finden kann. Kein Wunder alſo, wenn die ſämmtlichen anziehenden Kräfte in der artigen Hiſtorie, die Herr Buſſe zum Beſten gegeben hat, murren. Er hat das Murren nur nicht zu deuten gewuſst; es galt nicht dem Präſidenten, ſondern ihm ſelber, der durch jenen, den anziehenden Kräften der Erde etwas zumuthete, was ſie nicht leiſten konnten.

Es kann alſo bei dem gedachten Problem, wobei das Geſetz der dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionalen Anziehung, als bis zum Mittelpunkte derſelben geltend angenommen wird, gar

nicht

nicht von einer Anwendung auf die Erde die Rede ſeyn, ſondern es iſt bloſs als eine mathematiſche Uebungsaufgabe zu betrachten. Was aber die Schwierigkeit anlangt, welche dabei in Rückſicht der Uebertragung der Geſchwindigkeit von der einen Seite des Mittelpunkts der Anziehung auf die andere vorkommt, ſo hat ſolche Tetens, (in der Anmerkung zu der vorhin angeführten Stelle der Kraft'ſchen Mechanik,) ſchon völlig gehoben, durch die Regel, welche er giebt, nämlich, daſs alle in dem Ausdrucke für die Geſchwindigkeit auf der einen Seite des Mittelpunkts der Anziehung vorkommende *linearen* Gröſsen, voraus geſetzt, daſs, wie es in der Kraft'ſchen Rechnung der Fall iſt, der Weg des Körpers durch ſeine Entfernung vom Mittelpunkte ausgedruckt wird, negativ geſetzt werden müſſen. Um ſich von der Wahrheit dieſer Regel zu überzeugen, muſs man freilich das thun, was Tetens vorſchreibt, nämlich das Problem aufmerkſam betrachten, d. h., erwägen, daſs die abſoluten Gröſsen zu beiden Seiten des Mittelpunkts in gleicher Entfernung von demſelben einerlei ſind. In dieſer Rückſicht iſt der vorliegende Fall dem ähnlich, wo ein Körper vertical aufwärts geworfen in gleichen Entfernungen von dem oberſten Punkte ſeiner Bahn dieſelbe Geſchwindigkeit hat.

Herrn Buſſe's Behauptung, daſs Tetens hier ſein algebraiſches Inſtrument, — er hat ſagen wollen: ſein Inſtrument, die Algebra, — habe zwei Mahl anlegen müſſen, iſt alſo grundlos. Dies würde

nämlich alsdann der Fall geweſen ſeyn, wenn 1ſtens die Rechnung für die Geſchwindigkeit jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung, (das *diesſeits* auf der Seite, wo der Körper ſich anfänglich befindet, genommen,) beſonders geführt hätte, ohne dieſe Rechnung durch die Lehre von den entgegen geſetzten Gröſsen zu erſetzen. Eine ſolche doppelte Rechnung wird aber nöthig, wenn man, wie Gehler, (im *phyſik. Wörterb.*, *Art. Bewegung*, Th. 1, S. 345,) und L'Huilier, (in den *Princip. calc. diff. et integr.*, §. 228,) gethan haben, die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte in jeder Stelle ſeiner Bahn, durch die anfängliche Entfernung vom Mittelpunkte und durch den zurück gelegten Weg ausdruckt. Denn alsdann bleibt der Ausdruck des Differentials der Geſchwindigkeit zu beiden Seiten des Mittelpunkts nicht derſelbe, welches der Fall iſt, wenn man den zurück gelegten Weg durch die anfängliche Entfernung vom Mittelpunkte der Anziehung und durch diejenige, welche der Körper in jeder Stelle ſeiner Bahn hat, ausdruckt. Auch muſs alsdann die *Conſtans* ganz anders beſtimmt werden.

Um bei den Bezeichnungen Gehler's zu bleiben, ſo iſt bei ihm

$$v\,dv = \frac{2gb^2\,ds}{(a-s)^2}$$

Dieſe Gleichung gilt offenbar nur vom anfänglichen Orte des Körpers an bis zum Mittelpunkte der Anziehung, weil bloſs innerhalb dieſer Gränzen die Geſchwindigkeit v zugleich mit dem zurück ge-

legten Wege s wächſt und $s < a$ iſt. Für die Bewegung jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung wirkt die Kraft, welche vorher die Bewegung beſchleunigte, vermindernd auf die Geſchwindigkeit, welche der Körper ſchon hat, oder g wird negativ. Ferner wird $s > a$; alſo muſs $(s-a)^2$ ſtatt $(a-s)^2$ geſetzt werden, und zwar, weil es die Natur der Sache ſo mit ſich bringt. Denn die Algebra entſcheidet hierüber nichts, da bekanntlich $(a-s)^2 = (s-a)^2$ iſt. Dadurch wird für die Bewegung jenſeits des Mittelpunkts

$$v\,dv = -\frac{2gb^2\,ds}{(s-a)^2};$$

alſo nimmt, wie es auch ſeyn muſs, die Geſchwindigkeit v bei wachſendem Wege s ab.

Die Integration giebt, wenn C die Conſtante bezeichnet,

$$\tfrac{1}{2}\,v^2 = \frac{2gb^2}{s-a} + C.$$

Da, wenn der Körper jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung in ſeine anfängliche Entfernung, welche er dieſſeits hatte, gekommen iſt, d. h., wenn $s = 2a$ iſt, v wieder verſchwindet, ſo iſt

$$o = \frac{2gb^2}{a} + C,$$

$$\text{oder } C = -\frac{2gb^2}{a}$$

und dadurch

$$\tfrac{1}{2}\,v^2 = \frac{2gb^2}{s-a} - \frac{2gb^2}{a}.$$

Zieht man beide Ausdrücke für die Geſchwindigkeit, dieſſeits des Mittelpunkts, welche bei Gehler ſteht, und jenſeits deſſelben, in einen einzigen zuſammen, ſo iſt

$$\frac{1}{2} v^2 = \frac{2 g b^2}{\sqrt{(a^2 + s^2 - 2 a s)}} - \frac{2 g b^2}{a},$$

wo die Gröſse $a^2 + s^2 - 2 a s$ unter dem Wurzelzeichen bleiben muſs, damit die Wurzel ſo wohl $s - a$ als $a - s$ ſeyn könne.

Setzt man die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte der Anziehung in jedem Punkte der Bahn s',

$$\text{ſo iſt } \frac{1}{2} v^2 = \frac{2 g b^2}{s'} - \frac{2 g b^2}{a}.$$

Hier ſind alſo *zwei* Ausdrücke, in deren jedem die darin vorkommenden Gröſsen abſolut zu nehmen ſind, für die Geſchwindigkeit diesſeits und jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung, ſtatt *eines* ſolchen, welchen Herr Buſſe gewünſcht hatte. Es wird daraus einleuchten, daſs man mit der wohl begründeten Lehre von den entgegen geſetzten Gröſsen, ſo wie ſie von den erſten und meiſten Mathematikverſtändigen, Euler, La Grange, La Place, Couſin, Käſtner, Segner, u. ſ. w., gebraucht iſt, und noch gebraucht wird, und welchem Gebrauche gemäſs ſie von Klügel dargeſtellt iſt, überall, alſo auch hier ausreiche, ohne daſs man nöthig hätte, zu Herrn Buſſe's Abänderung derſelben ſeine Zuflucht zu nehmen.

6. Was nun die Hauptſchwierigkeit, welche Euler bei dieſem Probleme findet, und welche Hr. Buſſe zwar anführt, aber durch Einmengung der Lehre von den entgegen geſetzten Gröſsen in ein ganz falſches Licht ſtellt, betrifft; ſo beſteht dieſelbe darin, daſs die Geſchwindigkeit des angezogenen Körpers im Mittelpunkte der Anziehung

unendlich iſt, jenſeits deſſelben aber wieder endlich wird. Euler ſagt, dieſer Sprung aus dem *Unendlichen* ins *Endliche* ſey ſchlechterdings unbegreiflich. Allein dieſe Schwierigkeit iſt eigentlich gar keine. Denn vermöge der Natur des Unendlichen, nach welchem es mit dem Endlichen ſchlechthin unvergleichbar iſt, findet *nothwendig* ein ſolcher Sprung von dem Einen zum Andern Statt. Es giebt, um mit Hauſen zu reden, keine Brücke von dem Einen zum Andern, und den Uebergang aus dem Endlichen ins Unendliche, oder umgekehrt, aus dem Unendlichen ins Endliche begreifen wollen, heiſst nichts anderes, als wiſſen wollen, wann oder wo eine ins Unendliche wachſende Gröſse aufhört, endlich zu ſeyn, ehe oder bevor ſie unendlich wird, und umgekehrt. Beides ſetzt eine Verwirrung der Begriffe voraus, und iſt eine der Natur der Sache nach unmögliche Forderung. So würde Euler ſelbſt in ſpätern Jahren dem gemäſs, was er in ſeinen *Inſtitut. calc. differént.*, Pars I, Cap. III, vorträgt, die Schwierigkeit, welche er früher erregt hatte, weggeräumt haben. Uebrigens darf eine unendlich groſse Geſchwindigkeit nicht anſtöſsig werden, weil Geſchwindigkeit überhaupt nur etwas Formales iſt. Denn das Reale der Bewegung iſt bloſs ſtätige Veränderung des Orts; alles übrige, was noch bei der Bewegung betrachtet wird, gehört uns an oder iſt bloſs formal.

VII.

ERWIEDERUNG
auf die vorſtehenden Bemerkungen,
von
dem Commiſſionsrath Busse
in Freiberg.

— — Auch Einer unſrer vortrefflichſten Mathematiker war der Meinung, daſs mein Beweis für das ſtatiſche Parallelogramm nicht bündig ſey. Ich erwiedere darauf, (*Annalen*, 1806, 6, X): nur *einer* von meinen dazu gebrauchten Sätzen dürfte auf den erſten Anblick unrichtig ſcheinen; ſey aber ausgemacht richtig, und laſſe auch ſehr kurz ſich erweiſen. Dieſe *Anzeige*, wie ich ausdrücklich ſie genannt habe, erlaubt ſich Herr Mollweide eine *Anfrage* zu nennen, *um* darauf zu *antworten:* daſs ſich der Satz beweiſen laſſe, und er drei Beweiſe deſſelben mitzutheilen habe! Ich dagegen hatte für ſchicklicher gehalten, nur kurz es anzuzeigen, daſs er ſich in wenig Zeilen beweiſen laſſe. Mehr war ja nicht *nöthig*, weil jeder geübte, namentlich aber jener ſo einſichtsvolle Mathematiker, mehr als einer ſolchen bloſsen Anzeige nicht nöthig hat, um den Beweis ſelbſt aufzufinden. Man verſtöſst ja gar zu auffallend gegen den guten Geſchmack, wenn man etwas ſo ganz überflüſſiges mittheilt, oder ſogar, in einer mathematiſchen Abhandlung, das Publicum benachrichtigt, welches eigentlich der wahre Name vom Verfaſſer des Don Quixote oder deſſen Fortſetzung ſey. (Sogleich im voraus geſtehe ich hiermit dem Herrn Dr. Mollweide ein, daſs ich eigentlich ſo eben ſagen

wollte: Verfaſſer von der *Beſchreibung der Thaten des* Don Quixote, u. ſ. w., an deren ganz neue Fortſetzung ich übrigens noch einige Mahl werde zu erinnern haben. Meine *Anzeige* für eine *Anfrage* anzuſehen, hat in dieſer neuen Fortſetzung jener Thaten, das erſte Windmühlengefecht veranlaſst.)

[Wem daran gelegen iſt, zu beurtheilen, ob ich a. a. O., S. 237, *mal à propos der Naturphiloſophie erwähne*, der wird die Verbindung, in welcher es dort geſchieht, noch ein Mahl durchleſen. Sie betreffend ſchrieb ich privatim an den Herrn Herausgeber eine Aeuſserung, durch welche deſſen dortige Anmerkung veranlaſst wurde.]

Der *Widerſpruch*,

deſſen Herr Mollweide mich zu beſchuldigen ſucht, wäre kein bloſser Widerſpruch, ſondern eine mathematiſch-phyſikaliſche *Raſerei* zu nennen! Aber hier iſt das ganze *Corpus delicti* wörtlich abgedruckt.

„Wenn dem ſo iſt, ſo würde er, durch Maupertuis zu einer zweiten unterirdiſchen Reiſe veranlaſst, etwa folgenden pragmatiſchen Bericht darüber erſtattet haben.

Nachdem der Präſident ihm verſichert habe, daſs die Luft im Loche nicht den geringſten Widerſtand ihm entgegen ſetzen ſolle, auch die anziehenden Kräfte des geſammten Erdkörpers *ſo eben, auf Befehl* des Präſidenten, in dem Mittelpunkte der Erde ihren *vereinigten Sitz* genommen hätten, und *von da* aus den Quadraten ſeiner dieſſeitigen europäiſchen *Annäherung gerade zu*, den Quadraten ſeiner jenſeitigen amerikaniſchen *Entfernung* umgekehrt proportional ihn anziehen würden; ſo ſey er, Nicolaus Klimm, dem völlig ſeigern Loche völlig überlaſſen, nicht nur bis zum Mittelpunkte der Erde hin, immer geſchwinder und geſchwinder gefallen, ſondern bei Erreichung des Mittelpunkts ſey es ihm auch faſt ſo vorgekommen, als ob ſeine Geſchwindigkeit unendlich groſs habe werden wollen. Da indeſſen der Zug von der europäiſchen Mündung her, und *nach* dem *Mittelpunkte hin gerichtet*, in dem Augenblicke erſt, da er ſelbſt, Nicolaus Klimm, dieſen Mittelpunkt erreicht

habe, unendlich groſs geworden, in eben dieſem Augenblicke aber ein *eben ſo unendlich groſser Zug* von der amerikaniſchen Mündung her, und *nach* dem *Mittelpunkte hin gerichtet*, eingetreten ſey: ſo habe er, Nicolaus Klimm, etwa einer unendlich groſsen Geſchwindigkeit wegen einen unendlich groſsen Raum zu durchſtreichen um ſo weniger ſich gemüſsigt geſehen, da dieſes doch ohne den unendlich groſsen *Gegenzug* nicht einmahl würde haben Statt finden können, weil ja einer unendlichen Geſchwindigkeit wegen, weil ſie nur eine unendlich kleine Zeit dauert, immer nur ein endlicher Raum zu durchlaufen ſey. Ein ziemliches *Murren* der ſämmtlichen anziehenden *Kräfte*, *gegen* den *oberwähnten Befehl* des Präſidenten, habe er freilich, je näher er dem Mittelpunkte gekommen wäre, um deſto deutlicher bemerkt; indeſſen hätten ſie ſich nach aller Möglichkeit zu gehorſamen entſchloſſen, weil doch die Naturpräſidenten des erſten Decennii des 19ten Jahrhunderts noch weit ärgere, ihnen widernatürliche Concentrirungen und weit ſeltſamere Polaritäten ihnen auferlegen möchten. Kurz: Nicolaus Klimm ſey von dem Mittelpunkte an fernerhin mit einer endlichen, und von da immerfort *abnehmenden* Geſchwindigkeit, bis zur amerikaniſchen Mündung hinauf gefahren, von jener Mündung aber *wiederum zurück* gefallen, und *ſo weiter fort* zu wiederhohlten Mahlen, bis ihn endlich, da er ſo eben ein Mahl wieder aus der europäiſchen Mündung heraus mit ſeinem Kopfe an den Tag gekommen wäre, ein guter Freund daran ergriffen hätte."

Mit *einer hier ſchicklichen Kürze* und *Anſchaulichkeit* habe ich es ja dem Klimm geſagt, je mehr du dem Mittelpunkte dich *näherſt*, je *ſtärker* und ſogar quadratiſch ſtärker, wirſt du angezogen; wenn du aber von ihm dich entfernſt, ſo wird es umgekehrt ſeyn, d. h., der Zug nach dem Mittelpunkte hin gerichtet, wird dann, ebenfalls quadratiſch, immer ſchwächer und ſchwächer auf dich wirken. Der Anſchaulichkeit gemäſs war es, dem Klimm zuvörderſt zu ſagen, wie er in dem Anfange ſeiner Reiſe würde angezogen werden, die er bekanntlich aus dem Mittelpunkte der Erde nicht anfing. Daſs in dieſem Mittelpunkte der Zug unendlich groſs ſeyn werde, dieſe Hauptſache wollte

ich recht abſichtlich ganz beſonders nachher erinnern, wie es auch geſchehen iſt. Der ganze Erfolg der Reiſe beweiſet es ja auch durchaus, daſs ich die ſo bekannte hierher gehörige Gravitationshypotheſe durchaus richtig verſtanden habe. Gar zu umſtändlich und ängſtlich ſie dem Klimm vorzutragen, das wäre hier faſt eben ſo geſchmacklos geweſen, als wenn ich hier das Publicum ausdrücklich hätte verſichern wollen, daſs Klimm's Reiſebeſchreibung nicht von ihm ſelbſt, ſondern von Hollberg herrühre!

Obgleich Herr Mollweide, meiner Meinung nach, die ich werde zu bewähren wiſſen, in *allen* ſeinen Bemerkungen den richtigen Geſichtspunkt verfehlt hat, und er daher ſich übel gerathen hat, in ſeinem Aufſatze an jenen groſsen Meiſter im Fehlhauen zu erinnern; ſo traue ich doch ſchlechterdings zu viele Urtheilskraft ihm zu, als daſs er ſelbſt von mir es jemahls geglaubt habe, daſs ich jene ſo trivial bekannte Gravitationshypotheſe ſo unſinnig, ich ſage noch ein Mahl, ſo raſend unſinnig verſtanden hätte, als er mir es aufzubürden ſucht. Aber, man denke ſich dieſe Beſchuldigung zurück genommen; — und alle Gelegenheit iſt dahin, mir zu ſagen, daſs ich in meinem Scherze unglücklich geweſen ſey! Denn hat es ſeine Richtigkeit, daſs Klimm und die Kräfte mich richtig verſtanden haben, ſo iſt es ja übrigens geradezu einleuchtend, daſs ich bei den Kräften ſelbſt, wegen ihrer gewaltſamen Concentrirung, mit aller unter ſolchen Umſtänden für mich, den Befehlsüberbringer, irgend ſchicklichen Deutlichkeit, durch den *Befehl* des Commandirenden *mich* entſchuldigt habe; und ſo müſſen auch die Kräfte jenen Meiſter im Fehlhauen zum Muſter genommen haben, wenn ſie gegen *mich* hätten murren wollen.

Ferner wäre es, eben deſshalb, weil der ganze Vorgang nur unter gehorſamer Annahme des Präſi-

dentenbefehles beſtehen konnte, von mir ſehr unzweckmäſsig gehandelt geweſen, wenn ich die Kräfte ſo zur *Unzeit* daran hätte erinnern wollen, daſs ein anderer ihrer Herren, Namens Newton, nicht in allen ſeinen Aufgaben ſo harte Concentrirungen von ihnen verlange." Die Sachverſtändigen aber, für welche die Aufforderung geſchrieben wurde, hatten dergleichen Erinnerung noch weniger nöthig. *Man muſs Kenntniſſe und Verſtand bei ihnen voraus ſetzen.* Auch ſoll jeder Schriftſteller von ſeinen Leſern voraus ſetzen, daſs ſie ihn *richtig verſtehen zu wollen Luſt* haben. Geſchmackvolle Ausländer klagen es mir nur zu oft, daſs die Deutſchen gegen beides ſo häufig zu fehlen pflegen.

Die wenigen von den noch übrigen Bemerkungen des Herrn Mollweide, welche eigentlich die Hauptſache treffen ſollen, könnte ich ebenfalls heute ſogleich mit fliegender Feder beantworten. Indeſſen thue ich es abſichtlich nicht, bis ich jene Bemerkungen wirklich gedruckt ſehe, und ich wiederhohle meine Bitte, daſs dieſes unverändert geſchehe.

Damit aber in dem noch rückſtändigen Beſchluſſe meiner Erwiederung lediglich von der Hauptſache zu reden übrig bleibe, ſo will ich heute noch über die mir entgegen geſetzten Autoritäten mich abfinden. Dem Herrn Profeſſor Klügel werde ich zu rechter Zeit aufs neue darlegen, was ich gegen ſein Benehmen in der Sache aufs neue zu erinnern habe. Das wird gewiſs fernerhin mit aller der Achtung geſchehen, die ich einem ſolchen Veteran in der Mathematik ſchuldig bin. Mein ſcherzhafter Ton in jener Aufforderung betrifft ja *nur* die *Sache*, *nirgend* aber einen *einzelnen Mann*.

Segner! möchte er noch leben! Gewiſs würde er ſich ſehr freuen, daſs der ſo richtige *Anfang* ſeiner Theorie des $\mp$, im Anfange ſeiner Analyſis, von mir mit Conſequenz verfolgt, ein ſo brauchbares Syſtem erzeugt

hat durch mich, ſeinen *Schüler.* (Namentlich die achtungswürdigen Männer in Halle, Nöſſelt, Niemeyer, Schütz und Rüdiger, werden ſich noch erinnern, daſs er mich ſehr gern für ſeinen Schüler zu erkennen pflegte.) Er ſelbſt war jenem Anfange nicht treu genug geblieben, hatte auch in der Folge *Lage* mit *Richtung* verwechſelt; weſshalb ich auch ihn der Widerſprüche mit ſich ſelbſt habe beſchuldigen müſſen, wie Euler'n.

Käſtner hätte mir nicht ſollen entgegen geſetzt werden. Er lebte noch, als meine *erſte* hierher gehörige Schrift: *Formulae linearum ſubtangentium*, 1798 erſchien. Darin habe ich auch von Ihm, namentlich in §. 14 — 16, es dargethan, daſs *auch ſeine* Bemühungen, die *Subtangenten-Formel* für ∓ *richtig zu erklären, fehl geſchlagen ſind.* Er, der ſcharfſinnigſte unter den deutſchen Mathematikern am Ende des vorigen Jahrhunderts, zeigte die Schrift mit entſchiedenem Beifalle an, und ſchrieb mir: er würde, meiner Verbeſſerung gemäſs, in ſeiner Analyſis des Unendlichen abgeändert haben, wenn nicht ihr neuer Abdruck ſchon zu weit vorgerückt wäre.

Bei Couſin, La Place, La Grange ſind mir Widerſprüche in ihrem ∓ nicht *aufgefallen*; und darnach *geſucht* habe ich bei *ihnen* nicht. Ich ſelbſt will ganze Quartanten mathematiſcher Unterſuchungen ſchreiben, bei denen ich mit der gewöhnlichen Theorie ausreiche, wenn ſie nämlich immerfort ſehr abſtract ſollen abgefaſst bleiben können. [Vielleicht hätte auch ich das Bedürfniſs einer genauern Theorie nie ſo ganz entſcheidend vor Augen geſehen, wenn auch ich immerfort nur Lehrer der Mathematik geblieben wäre. Nachdem ich dieſe Bahn in Deſſau verlieſs, und in die nähern Dienſte des vortrefflichen Fürſten genommen wurde: ſo wurde es meine Pflicht, auf Anwendung

meiner Theorie zu denken; und da erkannte ich, zuerſt bei Euler's Mechanik ganz entſcheidend, daſs die gewöhnliche Theorie des $\mp$ bei vieler Anwendung ungenügend ſey, ſich ſelbſt widerſprechend werde. Aber noch gegenwärtig, da ich wiederum lehre, ſogar der bloſsen Praxis wegen lehre, habe ich bisweilen halbe Jahre lang kaum nöthig, meiner beſondern Theorie ausdrücklich zu erwähnen. Wenn man die Steine des Anſtoſses nur deutlich erkannt hat, ſo laſſen ſie zum groſsen Theil auch ganz ſtillſchweigend ſich vermeiden. Auch der Herr Prof. Klügel hat dergleichen Steine, nachdem ich davor gewarnt hatte, in ſeinem *mathematiſchen Wörterbuche* ganz in der Stille zu vermeiden geſucht.]

Es ſcheint durchaus mir ſchicklich, meine oberwähnten Erinnerungen gegen Käſtner hier mitzutheilen.

„§. 14. *Quod ad Virum autem, quem Neſtorem noſtrum omnes pie veneramus,* *) *ſummum ad Käſtnerum attinet; de eo quidem ſatis conſtat, regulam (antiquam) illam ipſi non placuiſſe; quippe qui ea neglecta potius monuerit, quod formulae* $y\frac{dx}{dy}$ *ſignum, e ſignis lineae y et quantitatis* $\frac{dx}{dy}$ *pendens, legem obſervet, quae ſequitur.*“ „Die Subtangente und der Anfang der Abſciſſen liegen auf einer oder auf verſchiedenen Seiten der Ordinate, nachdem die Subtangente und Ordinate einerlei oder verſchiedene Zeichen haben.“

„§. 15. *Antiquam illam, quam Hoſpitalius propinaſſe videtur regulam qui ſequantur, ſatis commode eos procedere per omnes abſciſſas poſitivas, per omnes autem negativas in falſum ferri, ſupra (§. 13) iam propoſuimus. Quod in uſum noſtrum hic convertere, ſi nobis daretur, ſtatim effectum foret: Käſtneri regulam neque ad negativas abſciſſas non convenire, quotiescunque cum negativis ordinatis coniunctae ſint; at vero*

*) Manchem unter den neuern Philoſophen wird es ſehr auffallen, daſs hier ein *jüngerer* Gelehrter dem *ältern* ſo viel Hochachtung bezeugt. Aber ehemahls war das, beſonders unter den Mathematikern, ſo gewöhnlich! *B.*

non adhiberi poſſe ad poſitivas abſciſſas eas, quas cum negativis ordinatis coniunctas habere velimus; neque ad negativas abſciſſas, quascunque cum poſitivis ordinatis coniugatas habeamus.

Breviter ut dicam: Käſtneri regula convenit per omnes coordinatas ſigno ſibi ſimiles, et minus convenit in diſſimilibus.

„§. 16. *Diſſimilium exempla depromi poſſunt e parabola, aequatione $ax = yy$ definita, cuius a primo ponatur poſitivum. Etenim in hac parabola evadens eſt $\frac{dx}{dy} = \frac{2y}{a}$; quare ſubtangentis valor, per antiquam formulam exhibitus, ibidem foret $= \frac{2yy}{a}$ et proinde affirmativus, etiam ad y negativas. At vero e conſtructione ipſa geometrica perſpicimus, parabolae illius quamlibet ſubtangentem cum abſciſſarum origine unam eandemque applicatae partem tueri!*

Alterum, quod reſtat, diſſimilium genus in eadem parabola reperire poteris, ſi a aſſumſeris negativum, et applicatas poſitivas adhibueris.

Nec non utrumque genus deprehenditur in circulo ſuperiori, ex aequatione $x^2 + y^2 = r^2$ conſtructo. Ad eum enim, $y\frac{dx}{dy} = -\frac{yy}{x}$ evadente, apparet, ſubtangentis antiquum valorem hic fore negativum ad quamvis x poſitivam, et fore poſitivum ad quamvis x negativam. Iam vero $\substack{\text{aut}\\\text{aut}}$ cum $\substack{\text{vegativis}\\\text{negativis}}$ x $\substack{\text{poſitivas}\\\text{negativas}}$ y in quandrante $\substack{\text{ſecunda}\\\text{quarta}}$ coniungendo, ſimilia ſubtangentis valori et applicatae adhibitae ſigna redduntur, quanquam abſciſſarum origo et ſubtangens linea a diverſis ordinatae partibus poſitu ſunt.

Atque haec tria exempla contra Käſtneri regulam faciunt; cum Hopitalii autem regula pugnant quae ſequuntur.

Hopitalium habe ich hier nicht gedruckt wiſſen wollen, und auch *Hoſpitalium* hatte ich den Marquis de L'Hoſpital auf lateiniſch nicht ſollen nennen wollen. Aber eben ſo gewiſs weiſs ich es, daſs ich *ſein algebraiſches Inſtrument*, in meiner obigen Aufforderung, nicht aber *ſein Inſtrument, die Algebra*, habe ſchreiben wollen; denn der dortige Mathematiker hatte ja nicht ſeine ganze Algebra zu der Aufgabe gebraucht. Um Alles

willen aber laſst uns Mathematiker doch nicht eine ſo *kleinliche Tadelſucht* verrathen, wie ſie durch ſolche ſeyn ſollende Unterſcheidungen zwiſchen *ſein algebraiſches Inſtrument* und *ſein Inſtrument die Algebra*, nur gar zu deutlich an den Tag gelegt wird!

Vor vielen Jahren fand ich mich veranlaſst, in dem Intelligenzblatte der A. L. Zeitung, etwa dreiſsig Perioden Perſiflage, oder wie dergleichen heiſsen mag, gegen den damahligen Naturphiloſophen, den Dr. Berger, drucken zu laſſen, um ſeinen neuen Entdeckungen am Firmamente ein Ende zu machen. Die Abſicht wurde völlig erreicht, und der Sieg war völlig mein. Dennoch faſste ich bald nachher den Entſchluſs, ohne dringende Veranlaſſung, ſolcher Waffen mich fernerhin nicht gegen *ausgenannte* Perſonen zu bedienen. In der That iſt es auch nur ſehr wenige Mahl mir nöthig geworden, und jedes Mahl mit ſehr wenig Perioden abgethan geweſen. *Wie*, gegen verdienſtvolle Mathematiker ich ſtreitige Sachen zu erörtern wünſche und pflege, darüber können meine ſämmtlichen Aufſätze ſolcher Art, in dem ehemahligen pädagogiſchen Journale, in dem ehemahligen *Hindenburgiſchen* Archive, u. ſ. w., in dieſen gegenwärtigen Annalen, und namentlich auch meine beiden Streitſchriften gegen Klügel und Carnot zum Beweiſe dienen. Ich bin es mir bewuſst, alle dieſe Schriften ſind mit ſolcher aufrichtigen Wahrheitsliebe, und mit ſo humanen Geſinnungen aufgeſetzt, daſs ich an jedem Tage meines noch übrigen Lebens *gern* an ſie zurück denken kann. Auch mit dem Herrn Dr. Mollweide wünſche ich, wenn jener von ihm angefangene Gang gehörig ausgefochten ſeyn wird, in ein angenehmeres Verhältniſs zurück zu kehren.

(Der kurze Beſchluſs erfolgt nächſtens.)

Da meine *Aufforderung*, *Annalen*, 1806, 6., X, jetzt aufs neue dürfte geleſen werden, ſo muſs ich wenigſtens den einen Druckfehler nochmahls rügen. S. 247, am Ende, ſteht *praktiſche* ſtatt *graphiſche*.

VIII.

Gegenbemerkung.

Ich habe auf das, was Herr Buſſe hier gegen mich vorgebracht hat, nur folgendes zu erwiedern.

Erſtlich trifft der Vorwurf einer Verwechſelung von Anzeige mit Anfrage mich nicht. Denn Herrn Buſſe's Anzeige enthält ſo wohl die Anfrage, ob der darin erwähnte Satz ein Stein des Anſtoſses geworden ſey, als die Anzeige, daſs Herr Buſſe zum Beweiſe deſſelben die Naturphiloſophie in Requiſition geſetzt habe. Ich habe auch jene Anfrage nicht *beantworten* wollen, ſondern nur *Bemerkungen* darüber gemacht, worin ich Käſtner's Beiſpiel vor mir hatte. *) Zweitens rechnet es mir Hr. Buſſe zur Unhöflichkeit oder Unartigkeit an, daſs ich die Beweiſe eines leichten Satzes mitgetheilt habe, da es einer ſolchen Mittheilung nicht bedürfe. Dieſe Mittheilung war aber eben nöthig, um zu zeigen, daſs der Satz nicht von der Art ſey, daſs Herr Buſſe einem berühmten Mathematiker zutrauen konnte, den Beweis nicht augenblicklich ohne Hülfe der Naturphiloſophie zu finden.

Was das übrige anlangt, und beſonders, ob ich nicht der Forderung Herrn Buſſe's in Anſehung des Problems aus der Lehre von den anziehenden Kräften dadurch, daſs ich nicht eine, ſondern zwei Formeln für die Geſchwindigkeit dieſſeits und jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung, und zwar mit Hülfe der gewöhnlichen Theorie der entgegen geſetzten Gröſsen gegeben, vollkommen Genüge geleiſtet habe, überlaſſe ich den Leſern zur Beurtheilung und Entſcheidung.

Mollweide.

*) M. ſ. unter andern deſſen Geom. Abhandl., Samml. I, Abhandl. 59. *M.*

IX.

SCHREIBEN

des Herrn Dr. Veau - de - Launay *an Herrn* Delamétherie *über die Erzeugung von oxygenirter Salzſäure durch Galvanismus.*

Paris den 8ten Dec. 1806.

Bisher hatte man immer nur ſehr kleine Mengen oxygenirter Salzſäure in deſtillirtem Waſſer durch Einwirkung der Voltaiſchen Säule erhalten, und dies gab Gelegenheit, den Erfolg zu bezweifeln oder ſelbſt zu läugnen. Ein Verſuch, den die galvani'ſche Societät ſo eben gemacht hat, wird jeden Zweifel über die Erzeugung der Säure heben. Volle 50 Grammes, oder ungefähr $1\frac{1}{2}$ Unzen deſtillirten Waſſers ſind dabei in den Zuſtand von oxygenirter Salzſäure übergegangen, die ſehr ſtark den dieſer Säure eignen Geruch verbreitete und einen Golddraht von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge auflöſte, der ſich in dem Cylinder befand, wobei ſie die gelbe Farbe der Goldauflöſung annahm. Sie röthete ſchnell die Lackmustinctur und ſchlug aus der Silberauflöſung ſalzſaures Silber nieder. Ich kann Ihnen die Verſicherung geben, daſs ſich nicht im mindeſten an der Gewiſsheit dieſer Verwandlung von deſtillirtem Waſſer in oxygenirte Salzſäure zweifeln läſst.

Selbſt wenn man das Reſultat des Verſuchs für die Wirkung einer Entbindung der Salzſäure aus der Kochſalzauflöſung ausgeben wollte, womit der Cylinder des Kupferpols gefüllt war, würde das Produkt doch immer ein ſehr intereſſantes Phänomen ſeyn. Dieſer Verſuch verdient daher beſondere Aufmerkſamkeit, und es iſt zu wünſchen, daſs man ihn auf verſchiedene Art wiederhohle und abändere. (*Journ. de Phyſ.*, Dec. 1806, p. 472.)

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, DRITTES STÜCK.

I.

DARSTELLUNG

der Theorie des Hrn. De La Place *von der Wirkung der Haarröhrchen, und verwandten Erſcheinungen,*

vom

Profeſſor Biot in Paris,
Mitgliede des National-Inſtituts.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Ich ſchicke dieſe kurze und lichtvolle Darſtellung, welche Hr. Biot in der *Revue Philoſophique* und in der *Bibliotheque Britannique*, Oct. 1806, von einer für die Phyſik höchſt wichtigen, aus der Tiefe der ſchwierigſten Analyſis geſchöpften Arbeit des Hrn. De La Place gegeben hat, dem voraus, was ich von dieſer und den daran ſich reihenden Arbeiten dem Leſer in der Folge von Hrn. De La Place ſelbſt, umſtändlicher vorlegen werde. Durch dieſe Unterſuchungen dehnt einer der gröſsten Köpfe das Gebiet der Mathematik über eine Klaſſe zahlreicher Naturerſcheinungen aus, welche ſich bisher in die Herrſchaft der

Rechnung nicht fügen wollten, und man wird nicht ohne lebhafte Theilnahme in gegenwärtiger Darſtellung ſehen, zu welchen groſsen und ſchönen Hoffnungen uns ein ſolcher Anfang berechtigt. — Herr De La Place überſchreibt ſeine Unterſuchungen: *Théorie de l'Action capillaire.* *Haarröhrchen-Wirkung* ſchien mir ein etwas zu hartes und in einander verſchränktes Wort zu ſeyn, als daſs ich mich deſſen bedienen möchte. H. Biot ſpricht ſelbſt von den Wirkungen der *capillarité;* hierfür weiſs ich gar keine Wort-Verdeutſchung, und habe den Ausdruck entweder beibehalten, oder weitläufig umſchreiben müſſen. Aus dem Reſultate der Unterſuchung geht hervor, daſs *Flächenanziehung* ein ganz ſchicklicher Ausdruck für beide ſeyn würde, ſagte er nicht zu viel, da auch die Brechung und einigermaſsen ſelbſt die chemiſchen Verwandtſchaften auf Flächenanziehung beruhn, und da die *action capillaire* ausdrücklich von Herrn La Place beiden zur Seite geſtellt wird. *Gilbert.*

Ein jeder, der ſich mit Phyſik beſchäftigt hat, kennt die Wirkung der Haarröhrchen, und die Erſcheinungen, welche damit in Zuſammenhang ſtehn. Nichts läſst ſich mit der Mannigfaltigkeit derſelben vergleichen, es ſey denn die Menge der Erklärungen, welche man für ſie gegeben hat. Herr De La Place lehrt uns in ſeiner Abhandlung die wahre Theorie dieſer Erſcheinungen kennen, indem er ſie der Herrſchaft der Rechnung unterwirft, welches der höchſte Grad von Vollkommenheit iſt, den die Phyſik zu erreichen vermag, und auf den ſie hinzuführen, unſer beſtändiges Beſtreben ſeyn muſs.

Um uns einen Begriff von ſeinen Unterſuchungen zu machen, wollen wir das einfachſte Beiſpiel nehmen. Wenn man eine ſehr enge Glasröhre, oder ein ſo genanntes Haarröhrchen, in ruhiges Waſſer, deſſen Oberfläche horizontal ſteht, ſenkrecht eintaucht; ſo ſieht man das Waſſer ſogleich im Innern der Röhre anſteigen, und ſich in ihr über der horizontalen Ebene des Waſſers im Gefäſse erhalten. Die Höhe, in welcher dieſes geſchieht, iſt deſto gröſser, je enger die Röhre iſt, und ſteht genau in umgekehrtem Verhältniſs mit dem Durchmeſſer der Röhre. Dieſes iſt die Erſcheinung, wie die Erfahrung ſie uns giebt; ſie iſt die allereinfachſte Wirkung der Capillarität.

Ich übergehe mit Stillſchweigen alle die falſchen Vorſtellungen, welche man vorgebracht hat, um ſie zu erklären. Einer Einwirkung der Luft läſst ſich das Anſteigen nicht zuſchreiben, denn es findet auch unter dem Recipienten der Luftpumpe Statt. Man iſt folglich gezwungen, es für ein Reſultat einer anziehenden Kraft, ſey es des Waſſers, oder des Glaſes, oder beider, zu nehmen; und dieſes war auch die Idee Newton's. Doch ſagt der groſse Mann nicht beſtimmt, worin dieſe Anziehung beſtehe und wie ſie geſchehe; man ſieht ſelbſt daraus, wie er von dem Anſteigen des Waſſers zwiſchen Glasplatten, und von der Bewegung eines Tropfens Orangenöhl zwiſchen zwei Ebnen, die unter einem ſehr kleinen Winkel gegen einander geneigt ſind, ſpricht, daſs er die wahre Urſache dieſer Wir-

kungen nicht kannte. Der einzige Mathematiker, der ſich ſeitdem mit dieſer Aufgabe beſchäftigt hat, war Clairault. Er hat ſie in ſeinem meiſterhaften Werke: *Ueber die Geſtalt der Erde*, als eine eigentliche hydroſtatiſche Frage behandelt, und die verſchiednen Kräfte der Anziehung und der Schwere, durch deren Zuſammenwirken das Anſteigen der Flüſſigkeit beſtimmt wird, ſind von ihm auf eine ſehr feine und ſehr genaue Art analyſirt worden. Doch ſcheint es, dieſer vortreffliche Kopf ſey durch die falſche Idee irre geführt worden, die Anziehung der Röhre reiche bis in die Achſe der flüſſigen Säule, welche durch die Wirkung der Capillarität angehoben iſt. So verhält es ſich indeſs in der Natur nicht. Denn die Flüſſigkeit ſteigt in Röhren von gleicher Materie und von gleichem Durchmeſſer immer bis zu einerlei Höhe, gleich viel, ob das Glas der Röhre dick oder dünn iſt; offenbar haben alſo die cylindriſchen Glasſchichten, welche in irgend einer anzugebenden Entfernung von der innern Oberfläche der Röhre ſind, keinen Antheil an der Wirkung und ſind ohne allen wahrnehmbaren Einfluſs. Dieſe Erfahrung, welche gewiſs und zuverläſſig iſt, beweiſt, daſs die anziehende Kraft des Glaſes und überhaupt der Materie der Röhre bei zunehmender Entfernung ſehr ſchnell abnimmt, ſo daſs ſie nur bei Theilchen, die der Berührung höchſt nahe ſind, einen merkbaren Einfluſs hat, und wenn die Theilchen nicht mehr in einer unendlich kleinen

Entfernung von einander ſind, in ihrer Wirkung ſo gut als Null iſt. Hierin hat dieſe Art von Kraft die gröſste Aehnlichkeit mit dem, was die Chemiker Verwandtſchaft nennen. Auf dieſer Anſicht, welche aus der Erfahrung geſchöpft iſt, beruht die Theorie des Hrn. De La Place wie auf ihrem Grundſtein.

Ihr zu Folge können es alſo nicht die Wände des Haarröhrchens ſeyn, welche durch ihre Anziehung die kleine flüſſige Säule, die die Achſe des Haarröhrchens einnimmt, über der Horizontalebene der Flüſſigkeit ſchwebend erhalten. *) Denn wenn gleich die Röhre ſo fein wie ein Haar iſt, ſo hat ſie doch immer noch eine merkbare Weite, die man ſelbſt mit dem Auge erkennt; die Verwandtſchaft der Röhre zu der Materie, aus welcher dieſe flüſſige Ader beſteht, kann ſich folglich nicht bis zu ihr erſtrecken. Sie muſs folglich durch die Einwirkung des Waſſers auf ſich ſelbſt, angehoben ſeyn. Wie kann aber dieſe Einwirkung einen ſolchen Erfolg verurſachen? Dieſes iſt es, worin eigentlich die Entdeckung des Hrn. De La Place beſteht.

*) Oder vielmehr den Faden Flüſſigkeit O P, Fig. 1, Taf. II, in der Achſe der angehobnen Säule im Haarröhrchen F E N M; denn dieſer iſt es, welchen Hr. Biot hier meint. Dieſe und die beiden folgenden Figuren, welche keiner Erklärung weiter bedürfen, habe ich hier zur Erleichterung der Vorſtellung dem Biot'ſchen Aufſatze hinzu gefügt. *Gilbert.*

Um dieſes mit Deutlichkeit zu überſehen, erinnere man ſich der Art, wie eine ganz ähnliche Einwirkung der Körper auf das Licht vor ſich geht. So lange ſich das Lichttheilchen noch in einer angeblichen Entfernung von dem Körper befindet, leidet es von demſelben keine merkbare Einwirkung; ſo bald aber beide der Berührung ſich nahen, fängt die Verwandtſchaft an, ſich merkbar zu äuſsern, und nun wird das Lichttheilchen durch die Wirkung der Materie des Körpers immer mehr und mehr nach der Oberfläche deſſelben hin gezogen, bis es endlich durch dieſe hindurch in das Innere des Körpers dringt. Dieſe Wirkung der Körper auf das Licht äuſsert ſich auf eine ſehr deutliche Art, in dem Phänomene, welches man die *Brechung* nennt. Geht man von dieſer Anſicht aus, ſo läſst ſich durch bloſse Rechnung der Weg, welchen der gebrochne Strahl nimmt, mit der gröſsten Genauigkeit finden. Eine ſolche Anziehung in den kleinſten Entfernungen findet nun nicht bloſs für die Lichttheilchen Statt, ſie äuſsert ſich auf dieſelbe Art auf alle materielle Theilchen, welche mit der Oberfläche der Körper in Berührung kommen; ſie wirkt alſo auch auf die Theilchen ſelbſt, welche dieſe Oberfläche ausmachen.

Wenn folglich eine Flüſſigkeit, die in Ruhe iſt, ihrer Natur gemäſs ſo ſteht, daſs ihre Oberfläche eine horizontale Ebne bildet; ſo müſſen wir uns vorſtellen, daſs die Flüſſigkeit, abgeſehn von ihrer Schwere zur Erde, eine eigene Art von Wir-

kung auf ſich ſelbſt ausübt, welche dahin ſtrebt, die Theilchen der Oberfläche in das Innere der Flüſſigkeit hinein zu treiben, und die ohne den Widerſtand, welcher von der Undurchdringlichkeit herrührt, dieſe Wirkung in der That hervor bringen würde. Nun aber hat das Waſſer in einem Haarröhrchen keinesweges eine horizontale Oberfläche; es nimmt vielmehr zu oberſt die Geſtalt einer krummen Höhlung an, die einer Halbkugel ſehr nahe kömmt. In dieſem Zuſtande äuſsert es noch immer auf die Theilchen ſeiner Oberfläche eine Einwirkung in ſenkrechter Richtung von auſsen nach innen. Iſt aber dieſe Einwirkung der gleich, welche Statt finden würde, wenn die Oberfläche eben wäre? Dies muſs man nothwendig wiſſen, um die Bedingungen des Gleichgewichts kennen zu lernen; und hiermit fängt daher Hr. De La Place ſeine Unterſuchung an.

Er gelangt dahin, dieſes zu beſtimmen, durch die Methoden, die Anziehung von Sphäroiden zu berechnen, welche er in ſeiner Mechanik des Himmels entwickelt hat. Er zeigt zuerſt, daſs ein Körper, der ſich in eine Fläche von der Geſtalt einer Halbkugel, oder eines andern merkbaren Segments einer Kugel endigt, auf die Theilchen in ſeiner ſphäriſchen Oberfläche von auſsen nach innen eine Kraft äuſsert, die verſchieden von der iſt, welche in einer ebnen Oberfläche Statt findet. Iſt die Oberfläche *hohl*, *) ſo

*) Wie in Fig. 1, wo AB die Horizontalebne der Flüſſigkeit, z. B. des Waſſers; FENM das hinein

iſt dieſe Kraft *kleiner* als die Kraft in einer ebnen Oberfläche; iſt die Oberfläche *convex*, *) ſo iſt ſie *gröſser* als in einer Ebne. Jenes iſt alſo der Fall bei Waſſer, welches in Haarröhrchen über dem Niveau der Flüſſigkeit ſteht; dieſes bei Queckſilber, das in einer nicht vollkommen ausgetrockneten Röhre unter dem Niveau ſteht. Der Unterſchied der Kräfte in der ſphäriſchen und in der ebnen Oberfläche iſt in beiden Fällen gleich groſs; und zwar ſteht dieſer Unterſchied in umgekehrtem Verhältniſs mit dem Halbmeſſer der Sphäre, und iſt immer ſehr klein, im Vergleich mit der Kraft in der Ebne. Um ſich einen Begriff von der Urſache dieſer Verſchiedenheit zu machen, denke man ſich die flüſſige Säule in beiden Fällen als eine Säule, die ſich mit einer horizontalen Ebne **) endigt, zu der aber, im Fall die obere Fläche *hohl* iſt, noch ein Meniscus hinzu kömmt, deſſen *obere* Fläche hohl iſt; ***) an der dagegen, im Fall die obere Fläche *convex* iſt, ein Meniscus fehlt, deſſen *untere* Fläche hohl iſt. ****) Nun aber iſt die Wirkung dieſes Meniscus völlig dieſelbe, nach welcher Seite hin auch die Höhlung deſſelben liegt; immer

getauchte Haarröhrchen, und MONFE die Waſſerſäule im Röhrchen bezeichnet. *Gilbert.*

*) Wie in Fig. 2, wo fnome die Säule, z. B. von Queckſilber, im Haarröhrchen anzeigt.

**) KI, Fig. 1; ki, Fig. 2.

***) KIMON, Fig. 1.

****) monki, Fig. 2.

ſtrebt er, die flüſſige Säule anzuheben. Folglich muſs im erſten Falle die Wirkung deſſelben von der in der Ebne abgezogen werden, wenn man die Kraft haben will, welche die Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt von auſsen nach innen, im Vergleich mit der von unten nach oben, äuſsert. Im zweiten Falle muſs ſie dagegen zu der Wirkung der Ebne auf ſich ſelbſt hinzu gefügt werden; denn da hier die Flüſſigkeit im Raume des Meniscus fehlt, ſo entſteht daraus ein Ausfall in der anſteigenden Kraft, und folglich eine Vermehrung in der anziehenden Kraft der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt, da dieſe jener entgegen geſetzt iſt.

Auch wenn die Oberfläche keine völlig ſphäriſche Geſtalt hat, bleibt die Wirkung derſelben auf ſich ſelbſt, immer noch aus zwei Gliedern beſtehend, deren eins die Wirkung einer ebnen Oberfläche auf ſich ſelbſt, das andre, je nachdem es negativ oder poſitiv iſt, die Wirkung des concaven oder des convexen Meniscus vorſtellt. Dieſes zweite Glied, welches immer ſehr klein im Vergleich mit dem erſten iſt, iſt gleich der halben Summe der Wirkung zweier Kugelflächen, die mit dem gröſsten und mit dem kleinſten Halbmeſſer der Krümmung der Fläche an dem Punkte, welchen man betrachtet, beſchrieben ſind. Dieſem Geſetz gemäſs beſtimmt Hr. De La Place ohne Schwierigkeit die partielle Differential-Gleichung, welche die Natur der Oberfläche ausdruckt; dieſe Gleichung läſst ſich durch Näherungen integriren,

welche die Umſtände für jeden Fall an die Hand geben; und ſo gelingt es Hrn. De La Place, für jeden Fall die Geſtalt der Oberfläche und die Einwirkung der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt zu finden.

Aus dieſer Analyſe ergiebt ſich, daſs das Glied, welches die Wirkung des Meniscus auf die flüſſige Säule in der Achſe eines Haarröhrchens ausdruckt, dem Durchmeſſer des Röhrchens verkehrt proportional iſt.

Legt man dieſe Reſultate der Rechnung zum Grunde, ſo iſt es ſehr leicht, zu erklären, warum Flüſſigkeiten in Haarröhrchen über oder unter ihrer Horizontalebene ſtehen. Man denke ſich eine unendlich enge Waſſerader, von irgend einer willkührlichen Geſtalt, die von dem unterſten Punkte des Meniscus anfange, durch das Röhrchen herab gehe, im Innern der Flüſſigkeit wieder aufwärts ſich biege, und ſich an der Oberfläche der freien Flüſſigkeit endige. *) Soll alles in Ruhe ſeyn, ſo muſs die Flüſſigkeit in dieſer Ader für ſich im Gleichgewichte ſeyn. Nun aber erleidet die Flüſſigkeit an den beiden oberſten Punkten dieſer Ader einen ungleichen Druck; in der freien Flüſſigkeit den der Einwirkung einer Ebne auf ſich ſelbſt; im Haarröhrchen den einer concaven Oberfläche auf ſich ſelbſt; hier alſo einen geringern Druck. Nothwendig muſs alſo, ſoll Gleichgewicht Statt finden, die Flüſſigkeit im Haarröhrchen

*) Z. B. die unendlich dünne Waſſerader ORZV, Fig. 1. *Gilbert.*

ſo hoch ſteigen, bis das Gewicht der kleinen angehobnen Säule der Flüſſigkeit das ausgleicht, was im Röhrchen der Wirkung der Anziehung auf die Oberfläche, wegen der Höhlung derſelben, abgeht. Der Unterſchied beider Wirkungen verhält ſich verkehrt wie der Durchmeſſer des Haarröhrchens: folglich muſs auch für die Höhe der kleinen angehobnen Säule *) dieſelbe Proportionalität Statt finden. Und ſo verhält es ſich wirklich in der Erfahrung.

Iſt die Oberfläche der Flüſſigkeit in dem Haarröhrchen convex, ſtatt hohl zu ſeyn, ſo tritt ein entgegen geſetzter Erfolg ein. Die Wirkung der Anziehung iſt in der convexen Oberfläche, wie Hr. De La Place bewieſen hat, gröſser, als die in einer Ebne, aber ebenfalls nach umgekehrtem Verhältniſſe des Durchmeſſers des Röhrchens. Die vorige Schluſsfolge gilt daher auch für dieſen Fall, nur mit dem Unterſchiede, daſs, da jetzt die Anziehung in der Oberfläche der freien Flüſſigkeit kleiner iſt, als in der Oberfläche im Röhrchen, die Flüſſigkeit jetzt im Haarröhrchen unter der Horizontalebne hinab ſteigen muſs. Die Tiefe, um welche dieſes geſchieht, **) muſs aber auch in dieſem Falle dem Durchmeſſer der Röhre verkehrt proportional ſeyn. In der That findet das alles gerade ſo in der Erfahrung Statt, wenn die Flüſſigkeit die Röhre nicht

*) PO, Fig. 1.

**) Um po in der unendlich dünnen Ader der Flüſſigkeit ozrv, Fig. 2.

naſs zu machen, und ſich an die Wände derſelben nicht anzuhängen vermag, wie das z. B. der Fall iſt, wenn man das Glasröhrchen, ehe man es in das Waſſer taucht, im Innern mit etwas Fett überzogen hat, oder wenn man es in Queckſilber taucht, ohne daſs beide vollkommen trocken ſind. Unter dieſen Umſtänden nimmt die Oberfläche der Flüſſigkeit im Innern des Röhrchens eine convexe Geſtalt an, und die Flüſſigkeit ſteht unter ihrem Niveau, um eine Gröſse, welche dem Durchmeſſer der Röhre verkehrt proportional iſt.

Nimmt man in dieſen Fällen das Hinderniſs weg, welches macht, daſs die Flüſſigkeit und das Glas nicht an einander adhäriren, ſo nimmt die Flüſſigkeit im Haarröhrchen wiederum eine hohle Oberfläche an, und ſteigt über die Horizontalfläche an. Dieſes findet ſelbſt beim Queckſilber Statt, wenn es recht trocken iſt, und wenn man das Innere des Röhrchens, das man hinein ſetzt, dadurch, daſs man Queckſilber lange Zeit über darin kocht, von aller wäſſerigen Feuchtigkeit vollkommen befreit. *) Mehrmahls ausgekochte Barometerröhren

*) Auf welche Art dieſes der Prof. Casbois in Metz bewirkt, und dadurch einen Queckſilberſtand von 2 bis 3‴ über dem Niveau erhalten hat, erzählt unter andern Hr. Hauy in ſeinem *Traité elem. de Phyſ.*, §. 193. Hr. Milon erhielt dieſen Erfolg nicht, (*Journ. de Phyſ.*, t. 54, p. 128 f.; *Ann.*, XIV, 432,) weil er anders verſuhr, das Queckſilber für ſich kochte und das Röhrchen bloſs ſtark erhitzte. Sein Verſuch iſt alſo keine

befinden ſich in dieſem Falle, aber ein einmahliges Auskochen reicht nicht hin, alle Dämpfe und alle Luft völlig zu vertreiben, wie das die gewöhnlichen Barometer dadurch beweiſen, daſs das Queckſilber in ihnen noch mit convexer Oberfläche ſteht.

Der unterſcheidende Charakter dieſer Theorie iſt, daſs ſie alles aus der Geſtalt der Oberfläche ableitet. Die Natur des feſten Körpers und die der Flüſſigkeit wirken weiter nicht ein, als daſs ſie die Richtung der erſten Elemente der Flüſſigkeit, da, wo ſie den feſten Körper zu berühren anfängt, beſtimmen; denn einzig und allein dort äuſsert ſich ihre gegenſeitige Verwandtſchaft. Dieſe Richtungen, wie ſie ſich einmahl geben, ſind ſtets dieſelben, wenn die Flüſſigkeit und die Materie des feſten Körpers dieſelben bleiben, die Figur des Körpers, welcher aus dieſer Materie beſteht, ſey übrigens welche man will. So z. B. iſt ſie für Röhren und für Ebnen dieſelbe. Ueber dieſe erſten Elemente hinaus, und auſserhalb der Sphäre merkbarer Wirkſamkeit des feſten Körpers, hängt die Richtung der übrigen Elemente und die Geſtalt der Oberfläche einzig und allein von der Wirkung der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt ab.

Widerlegung des Casbois'ſchen und der Folgerung, die man aus demſelben zieht; ſondern ein Beweis, daſs bloſses Erhitzen des Röhrchens nicht hinreicht, es von aller Feuchtigkeit im Innern zu befreien. *Gilbert.*

Alles, was auf die Oberfläche des Glaſes ſo einwirkt, daſs dadurch eine Aenderung in der Richtung der erſten Elemente der Flüſſigkeit hervor gebracht wird, muſs folglich auch die Krümmung der Oberfläche, und, als Folge davon, den Stand der Flüſſigkeit im Haarröhrchen verändern. Hieraus erklärt es ſich, warum in Haarröhrchen, deren Inneres mit Fett überzogen iſt, das Waſſer unter ſeiner Horizontalfläche ſteht, und warum das Queckſilber in Haarröhrchen unter oder über der Horizontalfläche ſteht, je nachdem ſie feucht oder vollkommen trocken ſind. Auch das Reiben kann ähnliche Wirkungen hervor bringen, wovon Herr De La Place Beiſpiele anführt. Dieſe ſcheinbaren Anomalieen werden aus ſeiner Theorie ſehr begreiflich, und ſtatt bizarr und ohne Regel zu ſeyn, wie es anfangs ſcheint, ſind ſie vielmehr feſten Geſetzen unterworfen, und laſſen ſehr beſtimmt ſich vorher ſehen.

Die Erſcheinungen, welche uns die Haarröhrchen zeigen, ſind nicht lediglich auf Röhren eingeſchränkt; ſie finden auch in *ebnen Räumen* Statt. Zwiſchen zwei Glasplatten, welche parallel, und in geringer Entfernung von einander ſind, ſteht das Waſſer ebenfalls über, und das Queckſilber unter ſeiner Horizontalebne. Das Geſetz für dieſe Erſcheinungen iſt daſſelbe, als das für die Haarröhrchen; auch hier iſt die Gröſse, um welche die Flüſſigkeit höher, oder um welche ſie tiefer ſteht, der Entfernung der beiden Glasplatten von einan-

der verkehrt proportional. Es findet aber hierbei ein ſonderbarer Unterſchied Statt, den ſchon Newton wahrgenommen hatte: dieſe Gröſse an ſich iſt gerade nur halb ſo groſs, als in einem Haarröhrchen von gleicher Weite, und ſo z. B. ſteigt die Flüſſigkeit zwiſchen zwei Glasebnen, die um 1 Millimeter von einander entfernt ſind, gerade nur ſo hoch, als in einem Haarröhrchen, das genau 2 Millimeter zum Durchmeſſer hat. Newton hat ſich begnügt, dieſes Reſultat in den Fragen am Ende ſeiner Optik bloſs anzugeben, und die Phyſiker ſcheinen bisher wenig Aufmerkſamkeit auf daſſelbe gewendet zu haben, ſo merkwürdig es auch iſt. Die Theorie des Hrn. De La Place führt auf eine ſehr einfache Urſache. Wir haben geſehen, daſs in Röhren die Wirkung der hohlen Oberfläche auf die in ihnen angehobne flüſſige Säule die Hälfte der Wirkung zweier Sphären iſt, die zu Halbmeſſern den gröſsten und den kleinſten Halbmeſſer der Krümmung der Oberfläche an ihrem unterſten Punkte haben. Daſſelbe gilt für die Wirkung der convexen Oberfläche auf die herab gedrückte flüſſige Säule. Wenn nun die Röhre nach einer Richtung flacher wird, ſo nimmt nach dieſer Richtung die Krümmung der Oberfläche ab, folglich der Halbmeſſer der Krümmung zu; und er wird unendlich, wenn die Röhe ſich in zwei parallele Ebnen verwandelt. Es verſchwindet folglich in dieſem Falle der Teil der Anziehung der Oberfläche, welcher dieſn Halb-

meſſer verkehrt proportional iſt, und es bleibt bloſs der Theil übrig, welcher von dem andern Halbmeſſer der Krümmung, nach der Richtung, welche auf dieſer ſenkrecht iſt, abhängt; und auf dieſe Art bleibt die anziehende Einwirkung jetzt nur halb ſo groſs. Man ſieht, daſs die Theorie des Hrn. De La Place dieſes Reſultat auf eine ſehr leichte Art in aller Strenge giebt.

Dieſe Theorie erklärt alle Phänomene, welche denen in den Haarröhrchen verwandt ſind, (*les phénomènes capillaires*,) ohne Ausnahme, auf eine gleich einfache Weiſe. Dahin gehören: das Anſteigen des Waſſers zwiſchen concentriſchen cylindriſchen Röhren, oder in koniſchen Haarröhrchen; die Krümmung, welche Waſſer annimmt, wenn es ſich an eine Glasebne anhängt; die ſphäriſche Geſtalt der Tropfen aller Flüſſigkeiten; das Fortrücken eines Tropfens zwiſchen zwei Ebnen, die ſehr wenig gegen einander geneigt ſind; der Trieb, welcher Körper, die auf Flüſſigkeiten ſchwimmen, einen zum andern zieht; und ſo ferner. Die Erklärung Aller dieſer ſo verſchiedenartigen Wirkungen laſſen ſich aus derſelben Formel ableiten, und das nicht etwa durch bloſse Vermuthungen auf eine unbeſtimmte Weiſe, ſondern ſie laſſen ſich ihrem Zahlwerthe nach aus ihr berechnen, welches ſie unter einander in Beziehungen ſetzt, die man bisher zwiſchen ihnen nicht kannte. Herr De La Place findet ſehr mit Recht ein Vergnügen darin, dieſe Phänomene einzeln zu entwickeln,

wickeln, und ſie alle auf einerlei Geſetze zurück zu führen.

So z. B. überſieht man aus dieſer Theorie ſehr deutlich, warum zwei parallele, in eine Flüſſigkeit eintauchende Glasplatten, die in ſehr geringer Entfernung von einander ſind, ſich einander zu nähern ſtreben, ſelbſt in dem Falle, daſs die Flüſſigkeit zwiſchen ihnen über dem Niveau ſteht. Denkt man ſich nämlich eine unendlich enge Ader, welche in der Achſe der Flüſſigkeit zwiſchen beiden Ebenen ſenkrecht herab geht, und ſich in irgend einem Punkte in einen horizontalen Arm biegt, der ſenkrecht auf einer der Glasplatten ſteht, und ſich an ihr endigt; *) ſo leidet dieſe Ader an ihren beiden Oeffnungen einen Druck von ungleicher Gröſse. Denn da die Flüſſigkeit, welche mit der Glasplatte in Berührung iſt, eine Ebene bildet, ſo iſt der Druck, den ſie an ihrer untern Oeffnung in horizontaler Richtung von auſsen nach innen leidet, die Wirkung einer ebenen Oberfläche auf ſich ſelbſt; an der obern Oeffnung dagegen iſt der Druck von oben nach unten zuſammen geſetzt aus der Wirkung einer ebenen Oberfläche auf ſich ſelbſt, weniger der Wirkung des Meniscus, und aus dem Gewichte der in dem ſenkrechten Arme der Ader über dem Niveau ſich befindenden Flüſſigkeit. Folglich bleibt in der ganzen Ader nach horizontaler Richtung von auſsen nach innen

*) Z. B. OZR in Fig. 3, wenn EF, GH die beiden Glasplatten bedeuten. *Gilbert.*

ein Druck, welcher der Wirkung des Meniscus, weniger dem Gewichte dieſer flüſſigen Säule, gleich iſt. Dieſe beiden Wirkungen ſind einander gleich, wenn der Punkt der Ebene, in welchem der horizontale Arm der Ader ſich endigt, im Niveau der Flüſſigkeit liegt; *) für höher liegende Punkte findet dagegen das Gleichgewicht nicht Statt. Je höher man kömmt, deſto kleiner wird das Gewicht der Säule im ſenkrechten Arme; deſto weniger vermag daher daſſelbe, die anziehende Wirkung im Meniscus aufzuheben, und beide Glasplatten werden daher von einer Kraft ſollicitirt, welche beide treibt, einander ſich zu nähern. Wer dieſes Reſultat der Theorie mit den vielen Erklärungen, welche die Phyſiker für das Phänomen gegeben haben, ſelbſt Newton's Erklärung nicht ausgenommen, vergleicht, wird ſich ſehr anſchaulich von dem groſsen Vorzuge einer mathematiſchen auf Berechnung gebauten Theorie, vor bloſsen Conjecturen überzeugen.

Hr. De La Place hat, um ſeine Theorie der ſtrengſten Probe zu unterwerfen, ſie überdies noch mit Verſuchen verglichen. Er bedient ſich dazu der Verſuche, welche Hawksbee unter den Augen Newton's angeſtellt hatte, und einiger nicht minder genauer Verſuche, mit welchen ſich die HH. Hauy und Tremery auf ſeine Bitte

*) Oder darunter, da dann auch an der horizontalen Oeffnung das Gewicht der Waſſerſäule $pr = qz$ in Anſchlag kömmt. *Gilbert.*

vor kurzem beſchäftigt haben. Merkwürdig iſt die Uebereinſtimmung, welche zwiſchen dieſen Verſuchen und den Formeln herrſcht, obgleich die letztern nur Annäherungen ſind. Dieſe Genauigkeit der Reſultate ihrem Zahlwerthe nach, iſt der wahre Prüfſtein der Theorieen.

Keine wiſſenſchaftliche Entdeckung iſt ohne allen Nutzen für die Ausübung; hier eine Anwendung der gegenwärtigen auf das Barometer. Die Wirkungen der Haarröhrchen äuſsern ſich auch in den Barometerröhren. Iſt in ihnen die Oberfläche des Queckſilbers convex, ſo muſs dieſes in den Gefäſsbarometern Einfluſs auf die Höhe der Queckſilberſäule haben. Durch Einwirkung der convexen Oberfläche wird das Queckſilber etwas herab gedrückt, und bei ſehr genauen Unterſuchungen könnte dieſes in Betracht kommen. Bei Heberbarometern iſt die Wirkung in beiden Schenkeln einander gleich und hebt ſich folglich auf. Herr De La Place giebt ein ſehr leichtes Verfahren an, wie die Correctionen, welche deshalb bei allen beobachteten Höhen der Gefäſsbarometer anzubringen ſind, ſich durch Verſuche finden laſſen.

Auch überſieht man leicht aus dem Vorhergehenden, daſs die Barometerhöhen von dem höchſten Punkte der Convexität an zu rechnen ſind, und nicht, wie es einige Beobachter thun, von den Punkten an, in welchen die Convexität das Glas berührt. Dieſes zweite Verfahren giebt lauter Barometerſtände, die um die Höhe der Con-

R 2

vexität zu klein ſind, welches zu nicht unbedeutenden Irrungen über die Höhen der Gegenſtände führen kann.

Die Theorie, welche ich hier dargeſtellt habe, bildet einen Anhang zu des Hrn. De La Place Mechanik des Himmels, welcher von einem groſsen Werthe iſt. Bei jedem Schritte ſtrahlt daraus ein erfindendes Genie hervor, das durch tiefe Kenntniſs der Geſetze der Phyſik und der Chemie erleuchtet und geleitet wird. Bisher waren die Erſcheinungen der Strahlenbrechung die einzigen Wirkungen der Anziehung in kleinen Entfernungen, welche man berechnet hatte, und Newton iſt es, dem wir dieſen kühnen Verſuch verdanken. Hr. De La Place macht jetzt in den Phänomenen der Haarröhrchen noch eine Wirkung dieſer Art der Rechnung unterthan. Wie ſehr iſt es nicht für den Fortgang der Wiſſenſchaft zu wünſchen, daſs er auf dieſem Wege weiter fortſchreite! Ein eben ſo einladender, vielleicht noch ſchwierigerer, doch eben dadurch ſeiner Anſtrengung um ſo würdigerer Gegenſtand zeigt ſich ihm in den electriſchen Erſcheinungen, welche durch zahlreiche und genaue Verſuche völlig vorbereitet ſcheinen, in das Gebiet der Rechnung aufgenommen zu werden, und die Unendlichkeit der Hülfsmittel zu zeigen, welche dem Mathematiker zu Gebote ſtehn. Die zahlreichen und mannigfaltigen Wirkungen der chemiſchen Verwandtſchaften ſind nicht minder lockende Gegenſtände für dieſe

Unterſuchung, da der genaue Zuſammenhang, in welchem ſie mit der Strahlenbrechung und mit den Wirkungen in den Haarröhrchen ſtehn, deren Geſetze Hr. De La Place ſo meiſterhaft entwickelt hat, zu beweiſen ſcheint, daſs auch ſie ihre Geſetze von dem Mathematiker erhalten müſſen. Es giebt der Menſchen, welchen die Natur wahres Genie verliehen hat, ſo wenige, daſs es für ſie eine Art von Pflicht iſt, nie ſtill zu ſtehen, und daſs es zur Ehre ihres Jahrhunderts und zur Erweiterung des menſchlichen Wiſſens zu wünſchen iſt, daſs ſie jenes berühmten Verſes eingedenk ſeyen:

Nil actum reputans, ſi quid ſupereſſet agendum. *)

---

*) Und wer entſpricht dieſem wohl mehr, als der tiefſinnige und gewandte Geometer, deſſen Entdeckung der Geſetze, denen die Anziehungen in der Berührung unterworfen ſind, eine neue Epoche in der Phyſik begründet? Schon hat er ſeiner erſten Arbeit, welche Hr. Biot bei gegenwärtiger Darſtellung allein vor Augen hatte, drei andere Arbeiten folgen laſſen. In den beiden erſten wendet er die Geſetze, welche er aus den Erſcheinungen in den Haarröhrchen entwickelt, und durch die völlige Uebereinſtimmung der Folgerungen mit den Beobachtungen dargethan hatte, auf andre Anziehungen in der Berührung an. Die neuen Anſichten, auf welche er durch dieſe Anwendungen, und wahrſcheinlich auch durch die ſcharfſinnigen Unterſuchungen Th. Young's über die Cohäſion der Flüſ-

ſigkeiten, (welche man in einem der folgenden Hefte finden wird,) geführt wurde, haben ihn veranlaſst, in der dritten Arbeit ſeine Theorie aufs neue wieder aufzunehmen, ſie noch auf einfachere Gründe, auf unmittelbare Betrachtung aller dabei einwirkenden Kräfte zu ſtützen, und ſie noch mehr zu verallgemeinern; und dadurch iſt es ihm geglückt, ſie ſchon bis in die chemiſchen Verwandtſchaften hinein zu führen. Von allen dieſen Arbeiten, mit denen für die Phyſik ein neues Zeitalter Newton's zu beginnen ſcheint, werde ich die Leſer in den folgenden Heften der Annalen umſtändlich unterhalten, und ihnen das Vergnügen nicht entziehen, Herrn De La Place ſelbſt zu hören, der nicht minder lichtvoll ſchreibt als denkt. *Gilbert.*

II.

BESCHREIBUNG eines Tubular-Pendels, welches alle Eigenſchaften des roſtförmigen hat, doch feſter iſt, und ſich weniger ruckweiſe verändert,

Von
Edward Troughton,
mathematiſchem Inſtrumentenmacher.

(*In einem Briefe an* Nicholſon.) *)

London, Nov. 3. 1804.

Ich habe oft den Vorſatz gehabt, in Ihrem Journal, ſeitdem es begonnen hat, die Verbeſſerungen zu regiſtriren, welche ich häufig an aſtronomiſchen und andern Inſtrumenten mache. Nicht leicht hat indeſs jemand einen gröſsern Widerwillen gegen das Schreiben, als ich. In den Wirbel der Geſchäfte verſchlungen, und täglich 9 bis 12 Stunden mit eignen Händen arbeitend, bleibt mir nur wenig Zeit zu litteräriſchen Beſchäftigungen. Und doch muſs es Trägheit ſcheinen, wenn jemand, der ſich der Originalität ſeiner Ideen rühmt, ſie nicht dem Drucke übergiebt, da ſie, bevor dieſes nicht geſchehn iſt, Blumen und Früchten gleichen, welche

*) Zuſammen gezogen aus Nicholſon's *Journal*, Vol. 9, p. 225. *Gilbert.*

wild am Wege wachſen, und von jedem, der vorbei geht, gepflückt werden können.

Schon ſeit zwanzig Jahren verfertige ich Pendel, und noch immer hat dieſe Arbeit Reitz für mich, da ich noch durch keine Patente daran verhindert werde; wovon der Grund unſtreitig darin liegt, daſs das, was wenig geſucht wird, keine Ausſicht zum Gewinn giebt. Auf mein Tubular-Pendel bin ich in der Mitte des verfloſsnen Julius gekommen, und ſo eben habe ich es in Gang gebracht. Die ehrenvolle Erwähnung, welche Sie im Maiſtück 1797 Ihres Journals von meinem Mercurial-Pendel gemacht, die trefflichen Aufſätze, welche Sie zu verſchiedenen Zeiten über die Pendel in das Publicum gebracht haben, und die Wichtigkeit des Gegenſtandes für die praktiſchen Wiſſenſchaften, beſonders für Aſtronomie, ſind mir Bürge, daſs die folgende Beſchreibung meiner neuen Compenſation Ihnen angenehm ſeyn wird.

Dieſes Pendel iſt ſeiner Natur nach nicht neu; es iſt im Grunde bloſs eine neue Art von roſtförmigem Pendel, obſchon es ſich dem äuſsern Anſehen nach von dieſem gänzlich unterſcheidet. Fig. 1 und 2, Taf. III, ſtellen es von vorn und von der Seite dar, nach einem Maaſsſtabe, der acht Mahl kleiner als der wahre iſt. Die eigentlich wirkſamen Theile ſind im Innern verborgen, und es zeigt ſich daher in dieſen Figuren, als beſtünde es, bis auf die Suſpenſionsfeder, ganz aus ſolidem Meſſing. Was die Linſe betrifft, ſo beſteht ſie aus

einem kreisrunden Stücke Meſſing, deſſen Rand cylindriſch iſt und deſſen vordere und hintere Fläche ſphäriſch ſind; dieſe Geſtalt iſt leicht zu machen und fällt gut ins Auge. Dieſes Meſſingſtück hat etwa 7 Zoll im Durchmeſſer, iſt in der Mitte $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, und wiegt ungefähr 15 Pfund Avoir du poids. Was in den Figuren als Pendelſtange erſcheint, iſt eine Röhre aus Meſſing, die von der Linſe bis nahe an das oberſte Ende reicht. Sie enthält in ihrem Innern eine zweite Röhre und 5 Drähte, welche ſo angeordnet ſind, daſs alles vereint, (gleich Harriſon's Roſt mit neun Stäben,) 3 Expanſionen von Stahl herabwärts und 2 Expanſionen von Meſſing heraufwärts bewirkt, deren Länge in verkehrtem Verhältniſſe mit ihrer Ausdehnbarkeit durch Wärme ſteht, ſo daſs, wenn die Einrichtung gehörig getroffen iſt, ihre Wirkung gegenſeitig ſich aufhebt. Der dünne Theil, den man zu oberſt an der Pendelſtange ſieht, iſt ebenfalls eine Meſſingröhre; ſie bedeckt das oberſte Ende des mittelſten Drahtes, welcher allein ſo hoch herauf reicht, und wird nur von ihm getragen, ohne eine andere Stütze zu haben.

Gehen wir von oben herabwärts, ſo geſchieht die erſte Expanſion nach unten zu. Die Feder, ein kurzer, 0,1 Zoll dicker, und ein langer, 0,1 Zoll dicker Draht, alle von Stahl, ſind feſt mit einander verbunden, und reichen bis auf 1 Zoll über den Mittelpunkt der Linſe hinab; ſie befinden ſich in der Achſe der Röhre, und machen den mittel-

ten Stab aus. An dem unterſten Ende des Stabes iſt die Bodenplatte der innern Meſſingröhre befeſtigt; dieſe Röhre hat 0,6 Zoll im Durchmeſſer, endigt ſich nahe unter dem oberſten Theile der äuſsern Röhre, und bewirkt die erſte Ausdehnung aufwärts. An der Deckplatte dieſer innern Röhre hängen zwei Stahldrähte, von 0,1 Zoll Durchmeſſer, und zwar ſo, daſs eine Ebene durch ſie ſenkrecht auf der Schwingungsebene des Pendels ſteht. Sie ſind etwas länger als die innere Röhre, und ſehen daher unten aus ihr hervor, ohne ſie jedoch zu berühren; ſie bewirken die zweite Expanſion nach unten zu. Die zweite Ausdehnung nach oben erhalte ich durch die äuſsere Röhre, die ſo weit iſt, daſs die innere Röhre eben frei durch ſie hindurch geht, und deren Bodenplatte an den untern Enden der beiden eben beſchriebenen Drähte feſt ſitzt. Die dritte Expanſion nach unten geben zwei andere, 0,1 Zoll dicke Stahldrähte, die ſich ebenfalls in der innern Röhre, und zwar in der Ebene der Schwingung ſelbſt, befinden. Sie ſitzen an der Deckplatte dieſer innern Röhre feſt, gehn durch dieſe Röhre herab, ohne ſie zu berühren, und endigen ſich etwas unter der äuſsern Röhre; hier iſt an ihnen ein kurzer meſſingner Cylinder, von dem Durchmeſſer der äuſsern Röhre, befeſtigt, und an dieſem hängt die Linſe in ihrem Mittelpunkte.

In Fig. 3 ſieht man einen Querſchnitt der Pendelſtange nach ihrer wahren Gröſse. Die drei concentriſchen Kreiſe ſollen die beiden Röhren

bezeichnen, und die fünf kleinen Kreiſe die Lage der fünf Drähte oder Stahlſtäbe in ihrem Innern. Dieſe Anordnung habe ich von Ihrem eleganten Pendel für halbe Secunden, (*Journal, Aug.* 1799.) entlehnt; doch würde mich die Aufgabe, fünf Drähte in einer Röhre beiſammen zu ſtellen, auf dieſelbe Idee geleitet haben.

Fig. 4 zeigt den Theil, der das obere Ende der innern Röhre verſchlieſst. Die beiden kleinern Kreiſe ſtellen die Drähte vor, welche von dieſer Deckplatte herab hängen; die drei gröſsern Kreiſe die Löcher, durch welche der mittlere und die beiden andern Drähte hindurch gehn.

Fig. 5 ſtellt die Bodenplatte der innern Röhre vor, an der die mittelſte Stange befeſtigt iſt, und durch welche die 4 andern Stangen frei hindurch gehen.

Fig. 6 iſt die Deckplatte der äuſsern Röhre. Der groſse Kreis in der Mitte bezeichnet die Stelle, wo die meſſingne Hülſe, welche den mittelſten Draht zu oberſt bekleidet, hinein paſst; die beiden kleinen Kreiſe die beiden Stahlſtangen für die dritte Expanſion herabwärts.

Fig. 7 iſt die Bodenplatte der äuſsern Röhre. Fig. 8 ſtellt das unterſte cylindriſche Stück von Meſſing und die Art vor, wie die Linſe, (mittelſt eines Stiftes, der durch das horizontale Loch durchgeſteckt wird,) und die beiden Stahldrähte für die dritte Expanſion daran befeſtigt ſind. Auf gleiche Art ſind die untern Enden der übrigen Stahlſtäbe

mit den Bodenplatten der Röhren, an welchen ſie feſt ſitzen, verbunden. In die Deckplatten, von welchen ſie herab hängen, ſind ſie eingeſchränkt. Noch iſt zu bemerken, daſs die beiden in Fig. 7 und 8 dargeſtellten Stücke ſo zuſammen gefügt ſind, daſs ſie eine kleine Bewegung zulaſſen; die beiden Drähte jedes Paares werden daher, auch wenn ſie nicht vollkommen gleiche Länge haben, doch gleichmäſsig durch das Gewicht der Linſe gerade in die Länge gezogen. Der mittelſte Stab wird in dieſem Apparate von dem Gewichte des Ganzen, das zweite Paar Stahlſtäbe von dem Gewichte der Linſe, nach der Länge angeſpannt. Die innere Röhre trägt an ihrer Deckplatte das Gewicht des Ganzen weniger des innern Stabes; die äuſsere Röhre das Gewicht der Linſe und der beiden letzten Stäbe.

Das erſte Tubular-Pendel, welches ich gemacht habe, hatte nur drei Stahlſtäbe und eine Meſſingröhre über der Linſe; folglich zwei Expanſionen nach unten und eine nach oben. Was eine Ausdehnung von Meſſing kleiner als zwei Ausdehnungen von Stahl iſt, wurde dadurch eingebracht, daſs ich zwei Stahlſtangen unterhalb der Linſe verlängerte und ſie mit einer aufwärts gehenden Meſſingröhre bekleidete, an deren oberes Ende die Linſe befeſtigt wurde. Dieſe Einrichtung iſt jedoch ungeſchickt, da die Pendelſtange 13 Zoll unter der Linſe herab geht; im übrigen ſteht ſie der hier beſchriebnen auf keine Weiſe nach.

Die Richtigkeit der Grundſätze, nach denen das roſtförmige Pendel gemacht iſt, ſind, ſo viel ich weiſs, nie beſtritten worden, und laſſen ſich auch nicht beſtreiten. Der einzige Umſtand, der verhindert, daſs man es nicht allgemein in den beſten Pendeluhren eingeführt hat, iſt die Schwierigkeit, dem Roſte ſo viel Stärke zu geben, daſs ſich die Stangen, welche die Linſe heben, nicht biegen; denn geſchieht dieſes, ſo entſteht in den Löchern der Querriegel, welche die Stangen verbinden, eine ſo groſse Reibung, daſs er nur ruckweiſe wirkt.

Um dieſem Uebel abzuhelfen, gab ich dem roſtförmigen Pendel die hier beſchriebene Einrichtung, und habe es dadurch, ſo viel ich einſehe, der Vollkommenheit ſo nahe gebracht, als mir das nur je mit einer Sache geglückt iſt. Die Röhren werden auf einer Maſchine nach Art des Drahtes gerade und regelmäſsig gezogen, und ſind ſo ſtark, daſs ſie ſich bei der völligen Freiheit, womit die Bewegung vor ſich geht, wobei jede Unregelmäſsigkeit fortfällt, auf keine Weiſe biegen.

An meinem *Queckſilber-Pendel* habe ich, da es auf richtigen Gründen beruht und ſein Aeuſseres elegant iſt, weiter nichts auszuſetzen, als daſs es ganz unfähig iſt, verſendet zu werden, und daſs ich zu viel wagen würde, wollte ich damit handeln. *) Doch nach allem dem erfordert es die

*) Dieſes Queckſilber-Pendel iſt mit einem einem Thermometer ähnlichen Theile aus Glas verſehn,

Aufrichtigkeit, daſs ich dem Original-Pendel dieſer Art Graham's, *) das man durch einige unverſtändige Kritiken, daſs z. B. ein Theil eher als der andere die Wärme annehmen, daſs das Queckſilber verdunſten würde, u. d. m., viel zu ſchnell bei Seite zu legen, ſich hat verführen laſſen, vor meinem Mercurial-Pendel den Vorzug einräume. Graham verfertigte ohne Zweifel ſein Pendel zu einer Zeit, als weder die Ausdehnbarkeit des Eiſens, noch die des Queckſilbers durch Wärme genau bekannt waren. Einer meiner ſinnreichſten Freunde hat indeſs die verſchiednen Theile dieſes Pendels nach den beſten Verſuchen mit mathematiſcher Genauigkeit berechnet, und es zum zweiten Mahl in die Welt eingeführt; und ſchon jetzt fehlt es nicht an Beweiſen der praktiſchen Vortrefflichkeit deſſelben. Smeaton's Pendel mit einer röhrenförmigen Linſe iſt gut, läſst ſich aber wegen der gläſernen Stange eben ſo wenig als mein Queckſilber-Pendel verſenden, und fällt nicht beſſer als das Graham's ins Auge. Alle drei haben den nicht zu verbeſſernden Fehler, daſs ſie völlig eingerichtet und

der die Compenſation durch Veränderung des Queckſilberſtandes bewirkt. *Gilbert.*

*) Es beſtand aus einer eiſernen Röhre, die bis zu einer gewiſſen Höhe mit Queckſilber gefüllt war; und zwar ungefähr bis auf $\frac{1}{15}$tel ihrer Länge, da Queckſilber ſich 15 Mahl ſtärker als Eiſen durch Wärme ausdehnt. Dieſe Compenſation George Graham's hat nach Nicholſon das Verdienſt, die zuerſt erdachte zu ſeyn. *Gilbert.*

hängend, ſich an kein Pyrometer, um geprüft zu werden, anbringen laſſen.

Ich bin beſchäftigt, ein Pyrometer zu machen, womit ſich das Tubular-Pendel, nachdem es ganz vollendet worden, wird prüfen laſſen. Ein im Mittelpunkte der Schwingung befindlicher Stift (*pin*) ſoll auf ein feines Weingeiſt-Niveau wirken, und dadurch, wenn die Pendellänge ſich noch verändert, dieſes nach Winkelgröſse zu erkennen geben, und mich dadurch in den Stand ſetzen, das Pendel völlig zu adjuſtiren. Denn wie ſich ein Pendel aus dem Gange der Uhr ſoll adjuſtiren laſſen, davon habe ich keine Idee, da dieſer zuſammen geſetzte Apparat, wie ich fürchte, ſtets zu viel eigne Fehler hat, um als Criterium des Verdienſtes jenes vollkommnern Inſtruments dienen zu können.

Ich will hier die Länge der verſchiednen Theile des Tubular-Pendels in engliſchen Zollen hinzu fügen, und die Ausdehnungen von Meſſing und Stahl, nach denen ich ſie berechnet habe.

Länge der mittlern Röhre 31",9.

Länge der äuſsern Röhre 32",8, wozu noch 0",4 hinzu zu fügen ſind, als die Länge, um welche in dieſem Pendel der Mittelpunkt des Schwunges über dem Mittelpunkte der Linſe liegt.

Dieſe Theile aus Meſſing betragen alſo 65",1.

Länge der mittelſten Stahlſtange, einſchlieſslich 0",6 für die Länge der Feder, woran das Pendel hängt, 39",3.

Erſtes Paar Stahlſtangen 32″,5.
Zweites Paar 33″,5.
Dieſe Theile aus Stahl betragen alſo 105″,3.

Nach Verſuchen, welche ich im J. 1794 angeſtellt habe, fand ich, daſs mein Meſſing mit 60° Wärme 0,000640 eines Zolles ſich ausdehnt, und mein Stahl 0,0003966. *) Smeaton fand unter denſelben Umſtänden für Meſſing eine Ausdehnung von 0,0006444, für Stahl von 0,0003833. Der General Roy hat die Ausdehnung des Meſſings zu 0,0006316, des Stahls zu 0,0003816 gefunden.

Man wird die vorſtehenden, nach meinen Verſuchen berechneten Längen, wie ich glaube, ſehr genügend finden. Sind Smeaton's Verſuche die wah-

*) *I found my braſs to expand with* 60° *of head* 0,000640 *on an inch, and my ſteel* 0,0003966. Aus den Roy'ſchen Angaben ſehe ich, daſs dieſe an ſich gänzlich unverſtändliche Angabe höchſt wahrſcheinlich ſagen ſoll: eine Meſſingſtange von 5 Fuſs Länge habe ſich bei Erwärmung um 60° ſo ſtark ausgedehnt, daſs für jeden Grad fahrenheitiſch eine Ausdehnung von 0,000640 eines Zolles kömmt. Nach den Verſuchen des Generals Roy, (*Philoſ. Transact.*, Vol. 75,) dehnte ſich bei Erwärmung von 32° bis 212° F. eine Länge von 5 Fuſs, um folgende Theile eines Zolles aus: Eine Stange aus engliſchem Tafel-Meſſing (*Plate Braſs*) 0″,113568; eine Stange Stahl 0″,068684; ein Prisma aus Guſseiſen 0″,066563; eine Glasröhre 0″,046569; ein alter ſolider Glasſtab 0″,048472.
Gilbert.

wahren, ſo wird mein Pendel bei zunehmender Wärme zu ſchnell gehen, und mit der Wärme ungefähr 0″,9 den Tag, mit 60° F. gewinnen. Sind Roy's Beſtimmungen die richtigen, ſo gewinnt es etwas über 1 Secunde unter denſelben Umſtänden. Dieſes zeigt, mit welcher Sorgfalt Verſuche dieſer Art müſſen angeſtellt werden.

Fallen meine pyrometriſchen Verſuche glücklich aus, ſo werden ſie vielleicht ein Gegenſtand einer zweiten Mittheilung; und bis dahin will ich die Gründe verſparen, warum ich meinen Expanſionen bei der Verfertigung dieſes Pendels den Vorzug gebe. Denn dieſer Brief iſt ſchon doppelt ſo lang geworden, als er ſollte. *)

*) Umſonſt habe ich dieſen intereſſanten und nicht unwichtigen Aufſatz des erſten Mechanicus unter den jetzt in England lebenden, bis hierher, in Erwartung der angekündigten pyrometriſchen Verſuche verſchoben. In Nicholſon's Journal ſind ſie wenigſtens in den beiden folgenden Jahren nicht erſchienen. *Gilbert.*

III.

Ueber
DIE SCHWEFEL-METALLE,
zwei Streitſchriften
zwiſchen
Proust und Berthollet.

Frei bearbeitet und mit einigen Bemerkungen
von
Gilbert.

1. Prouſt. *)

„Die Metalle", ſagt Herr Berthollet, (in ſeinem *Eſſai de Statique chimique,*) „können ſich mit „dem Schwefel nach ſehr verſchiednen Verhältniſ-„ſen verbinden, und andre Verhältniſſe geben für „dieſe Verbindungen andre Eigenſchaften." Es iſt zu verwundern, daſs Berthollet bei der Allgemeinheit, in der er dieſe Meinung aufſtellt, die Thatſachen, auf welche er ſie ſtützt, dem Leſer nicht zuſammen vor Augen ſtellt. *Silber*, *Platin*, *Kupfer*, *Spieſsglas*, *Arſenik*, **) *Blei*, *Zinn*, *Wismuth* u. a. geben uns nicht ein einziges Beiſpiel einer

*) Nach der vierten der S. 44 genannten Abhandlungen des Prof. Prouſt in Madrit, welche im *Journ. de Phyſ.*, 1804 *Oct.*, gedruckt iſt. *Gilb.*

**) Man vergl. S. 184, Anm. *Gilbert.*

Verbindung mit Schwefel nach einem variabeln Verhältniſſe; bis jetzt iſt das *Eiſen* noch das einzige Metall, das ſich fähig gezeigt hat, ſich mit Schwefel nach zwei Verhältniſſen zu verbinden, und auch dieſe ſind nichts weniger als variabel, ſondern eben ſo feſt und beſtändig als die Verhältniſſe, in denen es ſich oxydirt.

„Ich finde mich hierin im Widerſpruche mit „Prouſt, welcher behauptet, der Schwefel ſey „für das *Eiſen* fixirt durch das unveränderliche „Geſetz der Verhältniſſe zu 60 auf 100.“ Dieſes iſt aber gewiſs, und das Reſultat unverändert, ſo oft man auch die Verbindung hervor zu bringen verſucht.

„Er erkennt jedoch an, daſs die *Schwefelkieſe* „einen veränderlichen Ueberſchuſs an Schwefel, „bis auf 20 Prozent und mehr annehmen können, „u. ſ. w.“ Eine ſolche Veränderlichkeit erkenne ich nicht an. Mit 100 Theilen Eiſen ſind entweder 60 oder 90 Theile *) Schwefel verbunden; erſteres iſt im künſtlichen Schwefel-Eiſen, letzteres in den Schwefelkieſen der Fall. Das Eiſen verhält ſich in ſeiner Sulfuration gerade ſo, wie in der Oxydation; demſelben Princip, welchem die eine dieſer Verbindungen unterworfen iſt, iſt es zuverläſſig auch die andere; und wenn uns daher weder die Natur noch die Kunſt irgendwo Zwiſchenverhältniſſe zwiſchen jenen beiden Verbindungen des

*) Vielmehr 100 Theile, ſ. S. 56, Anm. *Gilb.*

Kiſens mit Schwefel zeigt, ſo müſſen wir uns nicht beeifern, eine variable Sulfuration zuzulaſſen.

„Wenn die Wärme dieſen als fremdartig be„trachteten Schwefel leichter austreiben kann, ſo „ſehen wir hierin eine allgemeine Eigenſchaft, „u. ſ. w." Der Schwefel, den die Hitze aus den Schwefelkieſen austreibt, iſt nichts fremdartiges, ſondern ein nothwendiger Beſtandtheil dieſer Verbindung, welche in einer hohen Temperatur in eine andere Verbindung verwandelt wird, die dieſe Temperatur zu ertragen vermag. Sollte ich mich jenes Ausdrucks bedient haben, ſo war er unrichtig.

„Dieſer Chemiker nimmt an, das *Schwarz„kupfer* ſey Schwefel-Kupfer in Kupfer zergangen „oder aufgelöſt (*diſout*). Dieſe Auflöſung zeige „wirklich auf einander folgende Verhältniſſe von „Schwefel und Kupfer, u. ſ. w." Dieſe Art Berthollet's, ſich auszudrucken, ſetzt mich in Verwunderung; ſie iſt geeignet, Dunkelheit über Unterſcheidungen zu verbreiten, die doch ſehr hell ſind. Schmelzt man in einem Tiegel Kupfer mit Schwefel zuſammen, ſo erhält man Schwefelkupfer, (mit 28 Th. Schwefel auf 100 Th. Kupfer,) und Kupfer, worin variable Mengen dieſes Schwefel-Kupfers zergangen oder aufgelöſt ſind; der Antheil deſſelben läſst ſich unzerſetzt vom Kupfer trennen. Iſt das alſo wohl eine einfache Auflöſung von Schwefel in Kupfer? Das wird niemand glauben.

„Er behauptet, daſs ſich mit dem *Spieſsglas*

„eine durch die Natur auf eine unveränderliche „Art fixirte Menge von Schwefel verbindet, die „der Menſch weder vermehren noch vermindern „kann; und zwar 25 Prozent des Ganzen.“ Nicht ich bin es, ſondern es iſt die Natur, oder wie man die Kraft ſonſt nennen will, welche jeden Chemiker verwehrt, die Verbindung nach andern Verhältniſſen zu bewirken. Das iſt kein Geſetz von mir erdacht; ich habe hier bloſs berichtigt und die weiſe Vorſchrift befolgt, welche Berthollet ſelbſt in ſeinem tiefſinnigen Werke giebt: „Wenn „eine Subſtanz ſich mit einer andern verbindet, ſo „muſs man das Verhältniſs beſtimmen, die Eigen„ſchaften auſſuchen, u. ſ. w.“ Dieſes iſt in der That das beſtändige Beſtreben der Chemiker, ſeitdem ſie eingeſehen haben, daſs Beſtimmungen dieſer Art die Hauptgrundlage zur Geſchichte der Verbindungen und zur Wiſſenſchaft der Analyſe ſind. Niemand wird daran zweifeln, daſs die Natur ihre Verbindungen (*combinaiſons*) dem Zufall der veränderlichen Verhältniſſe habe überlaſſen können, welchen Berthollet zur Grundlage ſeines Syſtems erwählt hat; deshalb iſt es aber nicht weniger wahr, daſs die neuen Thatſachen, durch die wir täglich die Kenntniſs der Schwefel-Verbindungen mehr aufhellen, nicht von der Art ſind, für ihn zu ſprechen.

„Inzwiſchen hat Prouſt Schwefel-Spieſsglas „gefunden, das einen Ueberſchuſs an Schwefel ent„hielt; auch findet man Schwefel-Kupfer, Schwe-

„ſel-Blei u. a., die mit einem ähnlichen Ueber-„ſchuſſe an Schwefel vermengt oder getränkt ſind." Läſst ſich dieſer Ueberſchuſs an Schwefel fortbringen, ohne daſs die Phyſiognomie der Verbindung geändert, ohne daſs ihr irgend einer ihrer unterſcheidenden Charaktere oder Eigenſchaften entzogen wird, ſo iſt ihr dieſer Schwefel gewiſs fremdartig. Und ſehn wir nicht täglich Thon, Alaun, Alabaſter, Gyps, u. d. m., denen Schwefel auf dieſe Art eingemengt iſt?

„Er hat *Spieſsglasoxyd* mit Schwefel nach ver-„ſchiedenen Verhältniſſen vereinigt, und Miſchun-„gen erhalten, worin auf das Oxyd 1, 2, 3 ... Por-„tionen *Schwefel-Spieſsglas* kamen; hat er alſo „nicht hier variable Verbindungen (*combinaiſons*) „erzeugt?" Hierauf antworte ich, daſs begonnene Auflöſungen (*diſſolutions*), welche die Gränze der möglichen Sättigung nicht erreicht haben, aus einem andern Geſichtspunkte zu betrachten ſind, als vollendete Verbindungen (*combinaiſons*). *)

*) Herr Prouſt, der ſich durch dieſen lehrreichen Streit mit Berthollet gezwungen ſieht, den Unterſchied zwiſchen den beiden Arten chemiſcher Vereinigungen genauer zu verdeutlichen, auf welche ſeine Unterſuchungen der Schwefel-Metalle und ihrer Zuſammenſetzungen ihn geführt hatten, fängt hier an, ſie durch die Benennungen: *diſſolutions* und *combinaiſons*, von einander zu unterſcheiden. Nach allem, was er hier und weiterhin darüber ſagt, ohne ſich doch in beſtimmte Erklärungen und in Definitionen einzu-

Um meine Meinung deutlich zu machen, habe ich jene Auflöſungen ſo bezeichnet, wie ich das Zer-

laſſen, ſcheint er mir dieſen Unterſchied in folgendes zu ſetzen: Zwei Grundſtoffe, die ſich mit einander vereinigen, thun das nur nach feſten und unveränderlichen Verhältniſſen. Die meiſten nur nach einem einzigen, (ſo faſt alle Metalle mit dem Schwefel); — einige nach zwei, (ſo manche Metalle mit dem Sauerſtoff); — nur ſehr wenige nach drei verſchiednen feſten Verhältniſſen. Solche Vereinigungen nennt Herr **Prouſt** *combinaiſons*, und ſagt von ihnen, daſs ſie dem Geſetze der feſten Verhältniſſe unterworfen ſind. Solche Verbindungen *ab*, *cd* vermögen ſich dagegen unter einander, oder mit einem andern Grundſtoffe *m* auf eine von der vorigen weſentlich verſchiedne Art chemiſch zu vereinigen; nämlich ſo, daſs die Grundſtoffe der Verbindungen auch in dieſer Vereinigung: $\overline{ab}, \overline{cd}$, oder $\overline{ab}, m$, nur an einander gebunden ſind, und nicht an die übrigen Grundſtoffe; daſs es alſo eine Vereinigung *ab*, *m*, nicht *abm* iſt, wo alle drei, oder *ab*, *cd*, nicht *abcd*, wo alle vier gleichmäſsig an einander gebunden ſeyn würden. Beiſpiele davon ſind, nach Hrn. **Prouſt** das Schwarzkupfer, das Spieſsglas-Glas und das Rothgiltigerz, als Auflöſungen von Schwefel-Kupfer in Kupfer, von Schwefel-Spieſsglas in Spieſsglasoxyd, von Schwefel-Silber in Schwefel-Spieſsglas. Dieſe Vereinigungen gehorchen nach ihm nicht dem Geſetze feſter Verhältniſſe, ſondern können nach allen beliebigen Verhältniſſen gemiſcht werden. Er nennt ſie *diſſolutions*. Für dieſe Namen weiſs ich keine ſchicklichere Verdeutſchung, als: für *diſſolution* ein *Zergehen*,

gehen des Zuckers im Waſſer bezeichnen würde; Es iſt Waſſer mit 1, 2, 3 Portionen Zucker. *) Ich ſehe nicht, wie man ſich deutlichere Begriffe von den Auflöſungen des Schwefel-Spieſsglaſes in das Spieſsglasoxyd machen kann. Alle Chemiker hatten bisher geglaubt, die Gläſer, Lebern, Safrane des Spieſsglaſes z. B. wären Schwefel-Spieſsglasoxyde. Der Zweck meiner Arbeit über das Spieſsglas war, zu zeigen, daſs ſie ſich hierin irrten, und daſs man die bloſs auf Treu und Glauben angenommenen Schwefel-Spieſsglasoxyde aufgeben, und ſtatt ihrer eine zwar neue, aber wohl erwieſene Art von Vereinigung annehmen müſſe. Dieſe widerſtreitet zwar den Ideen Berthollet's, und er ſucht jene Vereinigungen für einfache Schwe-

eine *Zergehung*, oder, wo es keine Zweideutigkeit veranlaſst, *Auflöſung* (im engern Sinne), auch wohl *Zuſammenhäufung* oder *Zuſammenſetzung*. Für *combinaiſon* weiſs ich kein anderes Wort als *Verbindung* (im engern Sinne), wünſchte aber, daſs dafür ein zweckmäſsigeres aufgefunden würde, da man mit Verbindung alle Arten von chemiſcher Vereinigung zu bezeichnen gewohnt iſt. Indeſs werde ich in dieſem und dem folgenden Auffatze dieſer Wortbeſtimmung getreu bleiben, und für das Allgemeine beider das Wort: Vereinigung, gebrauchen. *Gilbert.*

*) Herr Prouſt bezeichnet das auf eine nicht recht ſchickliche Art folgender Maſsen: „es iſt: *Waſſer* + 1 + 2 + 3 *Zucker*," wofür ich hier und S. 194 eine paſſendere Bezeichnung geſetzt habe. *Gilbert.*

fel-Spieſsglasoxyde geltend zu machen. Aber es iſt nicht minder gewiſs, daſs ſie gerade ſo vorhanden ſind, wie ich es angegeben habe; und daſs dieſe Anſicht der Lehre von den Schwefel-Spieſsglasoxyden, deren Exiſtenz jetzt hinlänglich widerlegt iſt, den Vortheil voraus hat, uns in den Stand zu ſetzen, die tauſend und ein Spieſsglanz-Probleme zu löſen, deren lächerliche Nomenclatur eine Verwirrung in unſern Ideen erhielt, und die Geſchichte des Spieſsglaſes in tiefes Dunkel hüllte.

Berthollet fügt hinzu, indem er meine Worte wiederhohlt: „Ich ſehe nicht ab, wie dieſes die Spieſsglasoxyde gegen die Vermuthung „ſchützt, daſs ſie ſich mit dem Schwefel nach jedem „Verhältniſſe zu vereinigen vermögen, ohne die „unveränderlichen Geſetze der Propoftion zu berückſichtigen. Doch Hr. Prouſt iſt gezwungen, „für die Verhältniſſe, wonach Schwefel-Spieſsglas „ſich mit Spieſsglasoxyden vereinigt, zuzugeben, „daſs ſie nicht unveränderlich ſind, und in Hinſicht ihrer ſein Apophthegma zu beſchränken." Hierauf muſs ich zweierlei antworten. *Ein Mahl* verändert Berthollet den Streitpunkt, wenn er, ſtatt von Vereinigung des Schwefels mit dem Spieſsglasoxyde zu ſprechen, von der des Schwefel-Spieſsglaſes mit ihnen handelt; von dem einen läſst ſich auf das andre nicht mit mehr Recht, als von den Auflöſungen der Schwefelſäure auf die des Schwefels in einer Flüſſigkeit ſchlieſsen. *Zweitens* ſchützt nicht bloſs die Auflöslichkeit eines Schwe-

fel-Metalles in das Metalloxyd, das letztere gegen die Vermuthung, ſich mit dem Schwefel nach allen Verhältniſſen vereinigen zu können, (welches bei uns andern alten Schülern der Macquer's und Rouelle's keine Vermuthung, ſondern eine ſchwer auszurottende irrige Ueberzeugung war,) ſondern ſchützt auch das Metall gegen die Vermuthung, ſich mit dem Schwefel nach allen Verhältniſſen zu verbinden, worüber im Hellen zu ſeyn nicht weniger wichtig iſt, da das Spieſsglas als Metall in dem Spieſsglas-Safran und dem Spieſsglas-Rubin vorhanden iſt.

Ich erſuche Berthollet, ſich für einen Augenblick an die Stelle des Urhebers der Lehre zu verſetzen, die er beſtreitet, und frage ihn: was würde er von einem Chemiker denken, der, um die entgegen geſetzte Hypotheſe zu vertheidigen, alle Betrachtungen auf die Seite ſchöbe, auf welche die Natur des Metalles führt, aus der wir Aufſchluſs über die Spieſsglas-Lebern u. ſ. zu ſchöpfen haben, und nur ausſchlieſslich aus dem Schwefel argumentirte? Warum, würde er ihn fragen, ſchweigſt du ganz von dem Metalle, welches neben dem Schwefel liegt, und aus dem ſich alles Schwierige bei den Auflöſungen des Schwefels in das Oxyd heben läſst? — Auch ich bitte daher Berthollet, nicht aus den Augen zu laſſen, daſs, wenn in den Crocuſſen Schwefel nach allen Verhältniſſen vorkömmt, ſich ebenfalls, um ihn zu ſättigen, darin Metall nach allen Doſen findet. Dieſes hat

mich gezwungen, von den Schwefel-Spieſsglas-oxyden, wenn es deren giebt, die Spieſsglas-oxyde, in welchen Schwefel-Spieſsglas zergangen oder aufgelöſt iſt, zu trennen, und letztere hinführo an die Stelle der erſten in das Syſtem der Chemie zu ſetzen.

Keinesweges wird durch die Natur dieſer Zuſammenſetzungen mein Apophthegma beſchränkt, und liegen in ihnen Gründe gegen das Geſetz der Verhältniſſe. Dann müſste es entſchieden ſeyn, daſs Spieſsglasoxyd im Auflöſen von Schwefel keine Gränze der Sättigung erreichen, und keine conſtante Phyſiognomie, keine feſten Charaktere erhalten könne, wie dies bei allen Verbindungen (*combinaiſons*) der Fall iſt, die unter das Geſetz der Verhältniſſe fallen. Hätte es mit dem Auflöſungsvermögen eines Oxydes dieſelbe Bewandtniſs als mit dem einer Säure, die flüſſig bleibt, ſo würde nichts leichter geweſen ſeyn, als jene Frage aufzulöſen, und ich würde mich damit nicht abgegeben haben. Wenn ein Spieſsglasoxyd, dem wir etwas Schwefel-Spieſsglas zugeſetzt haben, die Farbe und die Durchſichtigkeit, welche wir wünſchen, angenommen hat, ſo bleiben wir gewöhnlich dabei ſtehen, ohne auf Maaſs und Gewicht Rückſicht zu nehmen; es iſt *Spieſsglas-Glas*, und das verlangten wir. Eine neue Doſis Schwefel-Spieſsglas verwandelt es in *Crocus;* eine noch gröſsere in *Spieſsglasleber*, und ſo ferner. Die alten Chemiker, unbekannt mit der Theorie, welche ihren Nachkommen vorbehalten war, glaub-

ten ehrlich die Auflöſung des Schwefel-Spieſsglaſes im Spieſsglasoxyde nach Brüchen zu theilen, und, ſo zu ſagen, jeden ſolchen Bruch einzeln aus dem Tiegel zu hohlen, um die Medicinſchränke mit ihren Lebern, Magiſterien, Rubinen und Diaforeticis, von Baſilius Valentinus an bis auf Lemeri, zu füllen; das iſt, wenn ich nicht irre, die wahre Geſchichte des Spieſsglaſes.

Man ſetze zu 1 Pfund Kali 1 Unze Arſenik; es iſt dadurch nicht geſättigt. Man füge noch eine zweite, noch eine dritte hinzu; es iſt es noch nicht. So fahre man fort. So lange man noch den Sättigungspunkt ſucht, erinnere ich: Euer arſenikhaltiges Kali iſt bis jetzt nur Kali mit 1, 2, 3 Portionen Arſenik; aber deshalb, daſs wir noch nicht Zeit gehabt haben, zu verificiren, ob dieſe Verbindung, wie es ſich kaum bezweifeln läſst, dem Geſetz der Verhältniſſe gehorcht, ausrufen zu wollen: Seht, die Reſultate ſind ſo variabel, daſs ſie Euer Geſetz der Verhältniſſe über den Haufen werfen, und Euer Apophthegma als eine Täuſchung zeigen, — würde in der That ſehr übereilt ſeyn. Berthollet iſt überdies zu gerecht, um nicht zuzugeben, daſs die Zahlenreihe, durch welche ich die Auflöſungen des Schwefel-Spieſsglaſes in Spieſsglasoxyd darzuſtellen geſucht habe, mit dem nicht im geringſten zuſammen hängt, was ich bisher Verhältniſs in den Verbindungen (*proportion dans les combinaiſons*) genannt habe.

2. Berthollet. *)

Als ich den Chemikern die allgemeinen Betrachtungen über die Urſachen der chemiſchen Erſcheinungen, welche in meinem *Eſſai de Statique chimique* vereinigt ſind, vorlegte, erwartete ich, und ich habe das an mehr als Einer Stelle bemerkt, daſs mehrere dieſer Betrachtungen durch Beobachtungen andrer Chemiker und durch meine eignen modificirt werden würden. Bei dieſer Ueberzeugung konnte ich nichts mehr wünſchen, als meinen Verſuch der Kritik eines Chemikers unterworfen zu ſehen, der bei ſeinem groſsen Scharfſinn und ſeinen vielen chemiſchen Arbeiten ſo geſchickt war, mich zu belehren. Wenn auch die Bemerkungen, welche er mir entgegen ſtellt, mich bis jetzt nicht beſtimmen, meine Meinungen zu ändern, ſo halte ich doch viele derſelben für Bereicherungen der Wiſſenſchaft, von denen ich ſelbſt Nutzen zu ziehen hoffe. Seine Bemerkungen betreffen fünf verſchiedene Gegenſtände: die Schwefel-Alkalien, die Schwefel-Metalle, die Oxydation, die Metallauflöſungen und die Hydrate. **) Ich werde in dieſer erſten Antwort bloſs von den Schwefel-Alkalien handeln. — — — Bevor ich den Streit, in den ich mit Prouſt gera-

*) Zuſammen gezogen aus dem *Journ. de Phyſ.*, 1805, Apr., p. 284, Mai, p. 347. *Gilb.*

**) Es verſteht ſich, daſs ich hier nur die über den zweiten Gegenſtand mitgetheilt habe. *Gilb.*

then bin, verfolge, wird es nöthig ſeyn, den Streitpunkt und unſre verſchiedene Meinung genauer zu beſtimmen. *)

Ich habe beweiſen wollen, daſs die Beobachtung der chemiſchen Erſcheinungen auf das allgemeine Princip führt, daſs eine Subſtanz mit einer andern, auf welche ſie durch wechſelſeitige Verwandtſchaft wirkt, *ſich nach jedem Verhältniſs* zu verbinden vermag, daſs aber die Wirkung ihrer Verwandtſchaft, und folglich die Kraft, womit ſie das andre Element der Verbindung feſt hält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieſes Elementes zunimmt.

Daraus habe ich aber nicht geſchloſſen, daſs es *keine* Verbindungen nach conſtanten Verhältniſſen gebe; ſondern ich habe nur behauptet: *erſtens*, daſs die Zahl dieſer conſtanten Verbindungen ſehr viel kleiner ſey, als man glaube, und dieſes habe ich an mehrern Beiſpielen gezeigt; *zweitens*, daſs, wenn die Verhältniſſe conſtant ſind, der Grund davon zu ſuchen ſey in der Kraft der Cohäſion, wie ſie in den auf einander einwirkenden Subſtanzen war, oder durch die Condenſation derſelben geworden iſt, und in dem Widerſtande, der aus der Elaſticität entſpringt, welche den Elementen der Verbindung eigen iſt; zweien Kräften, welche der gegenſeitigen Ver-

*) Und nur dieſes iſt es, was ich hier aus der erſten Antwort heraus hebe. *Gilb.*

wandtſchaft entgegen ſtreben, und die Wirkungen derſelben beſchränken, und die in ihrer Stärke mit der Temperatur variiren.

Ich habe in dieſer Hinſicht alle Verbindungen unterſucht, von den ſchwächſten an, die man für ein bloſses *Zergehen* (*une ſimple disſolution*) hält, bis zu den energiſchſten, denen man den Namen: *Verbindung* (*combinaiſon*), allein vorbehalten will, obſchon beide gleichmäſsig Reſultate von Verwandtſchaft ſind, die denſelben Geſetzen gehorcht, und obgleich man zwiſchen beiden keine Gränzlinie anzugeben weiſs.

H. Prouſt nimmt an, es gebe in den Verbindungen (*combinaiſons*) conſtante Verhältniſſe, und ſie variirten nur vom *Minimum* zum *Maximum;* zwiſchen beiden gebe es keine Mittelzuſtände, ſo daſs, wenn eine Verbindung im *Maximum* durch irgend einen Umſtand zerſetzt werde, ſie mit einem Sprunge auf das *Minimum* komme, und von dieſem zur gänzlichen Trennung.

Man muſs allerdings zugeben, wie ich es gethan habe, daſs es gewöhnlich einen Anfang giebt, bei dem die Verwandtſchaft die ihr entgegen ſtehenden Hinderniſſe zu überwältigen vermag, und eben ſo eine Gränze, bei der ſie aufhört die Verbindung hervor zu bringen, ſo daſs unter gegebenen Umſtänden ein *Maximum* und ein *Minimum* Statt findet; aber ſollten Verbindungen *nach zwiſchenliegenden Verhältniſſen* unmöglich ſeyn?

Bevor wir hierüber die Thatſachen zu Rathe

ziehen, muſs ich noch bemerken, daſs ich von H. Prouſt den Unterſchied, welchen er zwiſchen *Zergehen* (*diſſolution*) und *Verbindung* (*combinaiſon*) macht, genauer erklärt zu ſehen gewünſcht hätte. Denn bleibt in dieſer Unterſcheidung etwas Schwankendes, ſo wird er ſehr leicht auf die Beobachtungen geworfen. Hätte ich z. B. bewieſen, daſs es Zwiſchenverhältniſſe zwiſchen dem *Maximum* und dem *Minimum* giebt, ſo würde man damit antworten, daſs man das Minimum in das Maximum, oder das Maximum in das Minimum zergehen lieſse, je nachdem man es bequemer fände. — — Ein Mahl behauptet H. Prouſt, es gebe zwei Gränzen der Sättigung, ein *Maximum* und ein *Minimum*, um die verſchiedenen Verhältniſſe zu erklären, die man in den *Verbindungen* wahrnimmt; dann will er wieder, daſs eine *Verbindung* ſich unmittelbar ergänze, und nur in dieſem conſtanten Zuſtande *zergehe*; wie z. B. wenn man in eine Kalilauge etwas Salpeterſäure tröpfelt, dieſe ſich nicht mit der ganzen Maſſe verbinde, ſondern nur mit ſo viel, als zu der vollſtändigen Verbindung, [Salpeter,] gehört, dem Verhältniſſe gemäſs, das die Verwandtſchaften mit ſich bringen. Ich glaube mich nicht zu irren, daſs dieſe beiden Sätze einander widerſprechen. Noch mehr: es giebt in der Natur eine dritte Art chemiſcher Vereinigung, nämlich die, wo gegen die eine Subſtanz 1, 2, 3... Portionen der andern kommen, und H. Prouſt

ſagt

ſagt nicht, durch welche Charaktere dieſe *Zergehung* ſich von der *Verbindung* unterſcheide, oder vielmehr, er giebt zwiſchen ihnen nur eine Verſchiedenheit des Ausſehns (*de phyſiognomie*) an. So iſt das Spieſsglas-Glas nach ihm eine *Zergehung* des Schwefel-Spieſsglaſes in das Spieſsglasoxyd: denn erſteres verbindet ſich mit lezterm nach jedem Verhältniſs, während das Verhältniſs der Beſtandtheile im Schwefel-Spieſsglaſe unveränderlich iſt. Das Spieſsglas-Glas ſcheint mir aber eine eben ſo beſtimmte Phyſiognomie als viele von den Subſtanzen zu haben, welche H. Prouſt unter die *Combinaiſons* verſetzt.

Herr Prouſt ſagt: „Man muſs ſich verwundern, daſs Berthollet es unterlaſſen hat, „die Thatſachen zuſammen zu ſtellen, auf die ſeine Meinung ſich gründet. Die Metalle zeigen „uns nicht ein einziges Beiſpiel einer Vereinigung „mit Schwefel nach variabeln Verhältniſſen. Bis „jetzt iſt das Eiſen noch immer das Einzige, das „ſich fähig gezeigt hat, ſich nach zwei Verhältniſſen mit Schwefel zu verbinden, die indeſs keinesweges veränderlich, ſondern eben ſo conſtant „ſind, als die Verhältniſſe ſeiner Oxydation."

Im Gegentheil muſs ich mich verwundern, wie Hr. Prouſt hier vergeſſen konnte, was ſo viele chemiſche Analyſen auſser Zweifel geſetzt zu haben ſcheinen. Ich will mich hier auf einige Beiſpiele beſchränken, und ſie von den Chemikern entlehnen, welche in dieſen Theil der Wiſſenſchaft die

gröſste Genauigkeit gebracht haben. Obgleich die Zahlwerthe, welche ſie angeben, nicht in aller Strenge gelten, ſo zweifelt doch kein Chemiker, daſs die Ungewiſsheit in denſelben in ſehr enge Gränzen eingeſchränkt iſt, beſonders bei Körpern, die nicht ſehr zuſammen geſetzt ſind.

Wir haben von Vauquelin die Analyſe mehrerer Arten *Schwefel-Blei*; ihr Antheil an Schwefel variirt von 0,12 bis 0,22, (*Journ. des mines*, No. 11.) *)

Im zweiten Bande von Klaproth's *Beiträgen* findet man die Analyſen mehrerer Arten *Schwefel-Kupfer*; darnach variirte in ihnen, ſieht man bloſs auf das Verhältniſs zwiſchen Schwefel und Kupfer, der Schwefel zwiſchen 0,19 und 0,25; und noch weit mehr, wenn man annimmt, daſs das ihnen beigemengte Eiſen mit Schwefel geſättigt geweſen ſey. **) — — Eine Analyſe

*) Hierauf antwortet Hr. Prouſt im folgenden Aufſatze. *Gilb.*

**) Herr Klaproth giebt folgende Reſultate ſeiner Analyſe:

Auf 100 Theile	Kupf.	Eiſ.	Schw.	Verl.
Kupferglaserz, ſibir.	$78\frac{1}{2}$;	$2\frac{1}{4}$;	$18\frac{1}{2}$;	—
Buntkupfer-Erz, norw.	$69\frac{1}{2}$;	$7\frac{1}{2}$;	19 ;	4
Buntkupfer-Erz, ſchleſ.	58 ;	18 ;	19 ;	5

Da ſich beim Kupferglaserz kein Verluſt, ($\frac{1}{4}$ Th. ſetzt er als Kieſelerde an,) beim Buntkupfererz uher 4 bis 5 Th. Verluſt fanden, und die bunten Farben des letzten Erzes einem Oxydiren zu-

von *Kupferglaserz*, welche Chenevix in den *Philoſ. Transact.* 1801 giebt, und gegen die, ſo viel ich einſehe, ſich gar nichts einwenden läſst, giebt als Beſtandtheile deſſelben in 100 Theilen, 12 Th. Schwefel, 84 Th. Kupfer und 4 Th. Eiſen, die ohne Zweifel Antheil an dem Schwefel haben. In den *Philoſ. Transact.* 1804 führt der Graf von Bournon eine Analyſe deſſelben Chemikers ei-

zuſchreiben ſind, glaubt H. Klaproth die 4 und 5 Th. Verluſt als Sauerſtoff anſetzen zu dürfen. Nun aber verbinden ſich 100 Theile Eiſen im *Maximo* mit 48, im *Minimo* mit 28 Th. Sauerſtoff; war alſo das Eiſen im norwegiſchen Buntkupfererze im Maximo oxydirt, ſo enthielt es 3,5 Th. Sauerſtoff; und auf die 5 Theile Sauerſtoff im ſchleſiſchen Erze wären bei einer Oxydirung im Maximo 10,3, bei einer im Minimo 18 Theile Eiſen zu rechnen. Enthält ferner das Schwefel-Kupfer auf 100 Th. Kupfer 28 Th. Schwefel, ſo würde das Kupfer allein in den drei Erzen 22; 19⅗; 16¼ Th. Schwefel erfordert haben, um damit geſättigt zu ſeyn. Wegen des erſten dieſer Erze ſehe man die Anm. S. 165; das zweite entſpricht, wie man ſieht, den Behauptungen des Hrn. Prouſt, unter der Vorausſetzung vollkommen, daſs darin das Schwefel-Kupfer mit Eiſenoxyd im Maximo vermengt war; (vergl. S. 164.) Grade ſo das dritte dieſer Erze, wenn man annimmt, daſs es aus Schwefel-Kupfer, (58 K., 16 Schw.,) aus Schwefel-Eiſen im Maximo, (3 E., 3 Schw.,) und aus einer Mengung von Eiſenoxyd im Maximo und im Minimo, (15 E., 5 S. St.,) beſtanden habe. *Gilb.*

nes ſehr reinen *Schwefel-Kupfers* aus Cornwallis an; es enthält 0,81 Kupfer und 0,19 Schwefel. Da dieſes Erz vollkommen gut kryſtalliſirt war, ſo würde es höchſt willkührlich ſeyn, einen Theil dieſes Schwefels für fremdartig anzuſehen. *)

Was das *Schwefel-Eiſen* betrifft, ſo berufe ich mich auf Prouſt's eigne Beobachtungen. Er nimmt eine Verbindung im *Maximum* und im *Mi-*

*) Dieſe Analyſe des Hrn. Chenevix habe ich nicht vor Augen, dagegen eine andere aus demſelben Bande der *Philoſ. Transact.*, welche Hrn. Prouſt's Anſichten ſehr gut zu beſtätigen ſcheint: nämlich die Analyſe eines ſehr ſeltnen grauen Erzes aus einer eingegangenen Grube in Cornwall von Hrn. Hatchett, die deſto mehr Zutrauen verdient, da H. Hatchett ſie zwei Mahl mit gleichem Erfolg angeſtellt hat. Das Erz war vollkommen kryſtalliſirt, galt für ein Spieſsglaserz, und gab Hrn. Hatchett aus 100 Theilen folgendes:

Schwefel	17
Spieſsglasoxyd im Maximo	31,5
Schwarzes Kupferoxyd	16
Schwefelſaures Blei	60,1
Schwarzes Eiſenoxyd	1,2
	125,8

Die Summe beweiſt, daſs hier Vieles Produkt der Analyſe war. Enthielt das Erz alle Metalle reguliniſch, ſo muſste es, (da nach Prouſt 100 Theile Metall enthalten ſind in 130 Th. Spieſsglasoxyd durch Salpeterſäure erhalten, in 125 Th. ſchwarzen Kupferoxyds, und in 141 Th. ſchwefelſauren Bleies,) aus folgenden Beſtandtheilen in 100 Theilen beſtehen:

nimum mit Schwefel an, und doch giebt er zu, „daſs die Schwefelkieſe in ihrem Ueberſchuſs an „Schwefel unſtreitig ſehr variiren, da einige nach „Henkel 25, andre 28 bis 32 Procent Schwe„fel enthalten;"*) und bemerkt, es ſey ſeine Ab-

Schwefel	17	Th.
Spieſsglas	$24\frac{1}{4}$	—
Kupfer	$12\frac{4}{5}$	—
Blei	$42\frac{3}{5}$	—
Eiſen	$1\frac{1}{5}$	—
	97[illegible]	

welches in der Summe vortrefflich ſtimmt, da etwas Spieſsglasoxyd, auch etwas ſchwefelſaures Blei an den Filtris und an den Gefäſsen unvermeidlich kleben bleibt. Aber auch in der Menge des Schwefels ſtimmt dieſe Analyſe mit H. Prouſt's Anſichten überein. Denn wenn 100 Th. Spieſsglas ſich ſtets mit 35, 100 Th. Kupfer aber mit 28 Th. Schwefel verbinden, ſo kommen auf dieſe beiden Metalle in dieſem Erze 8,5 und 3,5 Th. Schwefel, bleiben alſo für die $42\frac{3}{5}$ Theile Blei 5 Theile Schwefel übrig. Folglich würde Schwefelkies auf 100 Th. Blei 11,73 Th. Schwefel enthalten, welches der Wahrheit nicht entgegen zu ſeyn ſcheint. — Ganz dieſer Miſchung entſpricht die des grauen Kupfererzes von Clausthal, welchem Hr. Klaproth den Namen: *Spieſsglanz-Bleierz*, (ſ. S. 172, Anm.,) gegeben hat. Dieſes enthält nach ihm in 100 Theilen

18	Th.	Schwefel
$19\frac{3}{4}$	—	Spieſsglas
$11\frac{3}{4}$	—	Kupfer
$42\frac{1}{2}$	—	Blei
5	—	Eiſen
3	—	Verluſt

Hier kommen auf das Spieſsglas 7 Th. und auf das Kupfer $3\frac{1}{4}$ Th. Schwefel; bleiben alſo noch $7\frac{3}{4}$ Th. für das Blei; das Eiſen war wahrſcheinlich oxydirt.

Gilb.

*) Man vergl. S. 47, Anm. *Gilb.*

ſicht nicht, zu behaupten, daſs alle Schwefelkieſe einander ähnlich ſind; „die z. B., welche die „Eigenſchaft haben, ſich zu vitrioliſiren, kämen „vielleicht dem Schwefel-Eiſen ohne Ueberſchuſs „am nächſten. — Der deſtillirte Bolus verkün„det uns ſeinen Urſprung in dem Ueberreſt an „Schwefel, den er enthält." *) Es ſcheint mir nach dieſen Bemerkungen, daſs der Schwefelkies eine Verbindung iſt, die im Verhältniſs des Schwefels eine groſse Verſchiedenheit zeigt, und deren Schwefel ſich nur in der Idee in zwei Antheile ſondern läſst.

Nach Prouſt „müſſen wir Verzicht leiſten „auf die Schwefel-Metalloxyde, die wir bloſs auf „Treu und Glauben annehmen, und deren Nicht„exiſtenz jetzt dargethan iſt." Indeſs giebt Klaproth als Beſtandtheile des *faſrigen Rothſpieſsglaserzes* in 100 Theilen, 67,5 Th. Spieſsglas, 10,8 Sauerſtoff, 19,7 Schwefel, (*Beitr.*, B. 3, S. 182,) **) und im *Buntkupfererze* in einer Art 4, in einer zweiten 5 Theile Sauerſtoff an, und

*) Vergl. S. 49. *Gilb.*

**) Herr Klaproth erhielt, als er *faſriges Rothſpieſsglaserz* von Bräunsdorf in einer Retorte roth glühte, in dem damit verbundnen Queckſilberapparat keine Spur von Schwefel-Waſſerſtoffgas, und läugnet daher mit vollem Rechte die Gegenwart von Schwefel-Waſſerſtoff in dieſem Erze. Dagegen hatte ſich die ganze innere Fläche der Retorte und ein Theil des Halſes

Vauquelin's Analyſe des Rothgiltigerzes, nach der dieſes Erz eine Verbindung von Spieſs-

mit hyacinthrothem durchſichtigen Glaſe wie mit einer Glaſur umzogen, und der Rückſtand in der Retorte war gröſsten Theils gefloſſen und in ein feinſtrahliges Grau-Spieſsglaserz umgeändert. Bei Behandlung mit Salpeterſäure und polirtem Eiſen erhielt Hr. Klaproth aus 100 Theilen des Erzes $67\frac{1}{2}$ Th. metalliſchen Spieſsglaſes. Weiter lieſs ſich kein Beſtandtheil als Spieſsglas und Schwefel auffinden. Dieſes ſind die Data der Analyſe; alles übrige iſt geſchloſſen; und jetzt würde wahrſcheinlich H. Klaproth ſelbſt auf jene Data andre Schlüſſe bauen. Die aufgefundnen $67\frac{1}{2}$ Th. Spieſsglas können nicht mehr als 23,6 Th. Schwefel, oder ſtatt deſſen höchſtens nur 20,25 Th. Sauerſtoff gebunden haben. Alſo wäre bei dieſer Analyſe 9 bis 12 Th. Verluſt. War vielleicht nicht alles Spieſsglas durch das Eiſen aus der Auflöſung abgeſchieden worden? oder enthält etwa dies Erz einen Antheil Arſenik, als Realgar, und erhält von ihm die Farbe? Darauf ſcheint die Hyacinthfarbe des Glaſes zu deuten, welches H. Klaproth erhielt. Denn das Spieſsglas-Glas iſt nach Prouſt rubinroth: beim Schmelzen in der Retorte konnte dagegen der Realgar ſich mehrern Schwefels bemächtigt, (ſ. S. 181,) und dadurch in Operment verwandelt haben, welches in dieſem Falle als ein hyacinthfarbiges Glas erſcheint, (ſ. S. 184.) Hat H. Klaproth die Auflöſung nicht ausdrücklich auf Arſenikſäure geprüft, ſo war es ſehr möglich, daſs dieſe ihm verborgen blieb; endlich würde eine ſo groſse

glasoxyd, Silberoxyd und Schwefel iſt, wird von Thenard im *Journ. de Phyſ.* 1800 beſtätigt. *)

Menge von Schwefel-Spieſsglas, als in der Retorte geblieben iſt, mit wenig Spieſsglasoxyd kein durchſichtiges Glas gegeben haben. Möchte H. Klaproth uns belehren, ob dieſe Vermuthungen gegründet ſind! *Gilb.*

*) Irre ich mich nicht, ſo iſt der Beweis, den Hr. Prouſt gegen Vauquelin führt, daſs die Metalle im Rothgiltigerze reguliniſch, und nicht als Oxyde vorhanden ſind, genügend. *Gilb.*

IV.

UNTERSUCHUNGEN
über die Schwefel-Metalle,

von

L. Proust,
Prof. der Chemie zu Madrit.

Frei bearbeitet von Gilbert. *)

Die zuſammen geſetzten Schwefel-Metalle; beſonders die Kobalt- und Nickel-Erze. **)

Die Mineralogie des Kobalts iſt noch immer, gleich der ſo vieler andrer Metalle, über welche die Chemie kein Licht bis jetzt verbreitet hat, in eine Dunkelheit gehüllt, die muthlos machen könnte. Was iſt z. B. der *Glanzkobalt*, was der *weiſse* und der *graue Speiſskobalt?* Sind ſie bloſse Verbindungen von Arſenik und Kobalt, oder enthalten ſie noch andre Metalle? Giebt es Arſenik-Kobalt, der weder weiſs noch grau iſt? und giebt es keinen Glanz- und Speiſskobalt ohne Arſenik? Born redet von einem Schwefel-Ko-

*) Fortſetzung zu S. 205.

**) Zuſammen gezogen aus der ſiebenten der S. 44 erwähnten Abhandlungen, (*Journ. de Phyſ.*, Nov. 1806.) *Gilb.*

balt; welche Bewandtniſs hat es damit? Alle dieſe Fragen werden ſchwer zu beantworten bleiben, bevor man nicht eine gröſsere Menge von Mineralien, als es bis jetzt geſchehn iſt, wird zerlegt haben.

Darf man indeſs nach dem Dämmerlichte urtheilen, das die Analyſe über dieſen Gegenſtand zu verbreiten begonnen hat, ſo läſst ſich ſchon jetzt behaupten: 1. daſs die weiſsen und grauen Speiſskobalte und der Glanzkobalt, kurz, alle Kobalterze, welche die Metalle im reguliniſchen Zuſtande enthalten, faſt ohne Ausnahme nichts anderes als eine *Zergehung* (*diſſolution*) *von einigen Schwefel-Metallen in mehr oder minder beträchtlichen Maſſen von Arſenik ſind;* daſs 2. dieſes letztere Metall die Baſis (*excipient*) iſt, worin die Natur Schwefel-Silber, Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kobalt, Schwefel-Nickel und andre Schwefel-Metalle, nach ausnehmend verſchiednen Verhältniſſen aufgelöſt (*diſsout*), eingewickelt und eingemengt hat; und daſs 3. der Arſenik, in welchem ſie zergangen ſind, ſie zwar nach allen Doſen in ſich aufgenommen hat, deshalb aber nicht, wie dieſe Metalle, an den Schwefel chemiſch gebunden iſt. *) Um dieſes zu verdeutlichen, will ich mich der Vergleichung bedienen,

*) *que l'arſenic eſt pour eux un diſſolvant qui les a reçus à toutes doſes, mais un diſſolvant qui ne partage pas pour cela leur état de ſulfuration.*

So wie das Waſſer verſchiedene Salze nach mannigfaltigen Verhältniſſen in ſich aufnehmen kann, ohne daſs es mit ihren Beſtandtheilen einzeln irgend etwas zu thun hat, ſo kann auch der Arſenik ſich mit mehrern Arten von Schwefel-Metallen ſchwängern, ohne die Verbindung, worin ihre Beſtandtheile ſich befinden, zu ſtören; und ein ſolches Zergehen läſst ſich mit deſto mehr Recht annehmen, je weniger Metalle es giebt, die ihm nicht den Schwefel ſtreitig machen ſollten. Es muſs dieſem zu Folge in dem groſsen Laboratorium der Natur metalliſche Disſolventia und Zergehungen von Schwefel-Metallen in ihnen gegeben haben, gerade ſo, wie es in unſern Laboratorien Zergehungen in Waſſer, in Alkohol, in Oehl u. d. giebt, deren Excipiens nichts mit der Zuſammenſetzung und den Beſtandtheilen der Körper zu thun hat, die darin zergehen können. Zwiſchen dieſen Zergehungen in Metallen, und denen, mit welchen wir ſie vergleichen, iſt indeſs der Unterſchied, daſs die letztern in der gewöhnlichen Temperatur flüſſig, die erſtern dagegen in ihr ſtarr ſind, und daher für uns nur als unförmliche oder kryſtalliſirte, feſte metalliſche Maſſen vorhanden ſind, von weiſser oder grauer Farbe, je nachdem es die Menge und die Art der in ihnen befindlichen Schwefel-Metalle mit ſich bringt.

Geſetzt, eine ſehr wäſſerige Auflöſung (Zergehung) von drei oder vier Salzen werde durch

Temperatur-Erniedrigung plötzlich zum Frieren gebracht, ſo wird, wie ſich nicht zweifeln läſst, im Augenblicke eine feſte ſteinähnliche Maſſe entſtehen, hart oder zerbrechlich, durchſichtig oder undurchſichtig, derb oder kryſtalliſirt. Und wenn das unter ähnlichen Umſtänden, mit einer Menge ſolcher Zergehungen der Fall wäre, welche dieſelben Salze, nur nach verſchiednen Verhältniſſen enthielten, ſo würden wir eine ganze Reihe ſteinartiger Körper erhalten, die einander ſehr ähnlich ſeyn, ſich jedoch wahrſcheinlich im ſpecif. Gewichte, im Gewebe, im Bruch, oder in andern Eigenſchaften unterſcheiden würden. Chemiker, denen dieſe Art von Lithologie in die Hand ſiele, würden gewiſs ſehr bald entdecken, daſs es in allen dieſen Stücken ein Diſſolvens giebt, das von den andern Beſtandtheilen ſorgfältig zu unterſcheiden iſt; ein herrſchendes Princip, in das verſchiedne Salze nach ſehr verſchiednen Verhältniſſen zergangen ſind.

Aus demſelben Geſichtspunkte müſſen wir die arſenikhaltigen und viele andre Erze betrachten, deren Excipient der Arſenik nicht iſt, weil die Analyſe derſelben uns zu Reſultaten führt, die über die Analogie, mit dem hier angeführten Beiſpiel, gar keinen Zweifel laſſen.

Eins der Geſetze, welche die Natur in der Bildung dieſer Erze befolgt zu haben ſcheint, iſt, daſs, nachdem ſie die Metalle, und deren Oxyde und Schwefelverbindungen, (die beiden groſsen

Baſen der ganzen bekannten Mineraliſation,) erzeugt hat, ſie ſie einzeln je zwei, je drei, je vier u. ſ. f. vermengt oder in einander hat zergehen laſſen. Sie hat ſie nach allen Verhältniſſen mit einander durchkreuzt, um gleichſam die Individuen durch die Individuen zu vermehren, ohne daſs ſie eine gröſsere Menge elementarer Verbindungen zu ſchaffen nöthig gehabt hätte. So finden wir im Mineralreiche ein Oxyd bald rein, bald mit andern vermengt, oder als ein Diſſolvens für zwei oder drei andre Oxyde dienend. So die Schwefelmetalle theils einzeln, theils zu zwei, zu drei, zu vier, zu fünf mit einander vermiſcht; das Schwefel-Blei, das Schwefel-Spieſsglas u. ſ. f., für kleine Mengen von Schwefel-Metallen andrer Art, als Excipiens dienend. So endlich in dem Arſenik drei oder vier verſchiedne Schwefel-Metalle aufgelöſt, (zergangen.) Und alle dieſe Zergehungen ſind um deſto mannigfaltiger, je minderfordernd die Natur ſich in Hinſicht der Proportionen gezeigt hat, nach welchen dieſe Art zuſammen geſetzter Körper ſich bildet.

Aus dieſen Grundſätzen geht hervor, ſind ſie anders richtig, daſs in der Mineralogie nicht alles *Verbindung* (*combinaiſon*) iſt, oder daſs es in dem Mineralreiche eine groſse Menge von Produkten giebt, auf welche ſich dieſe Benennung nicht ſo geradehin anwenden läſst, wie das einige Schriftſteller thun, die nicht ganz darüber nachgedacht zu haben ſcheinen, was man in der Chemie un-

ter Verbindung verſteht, und daher dieſen Namen auf Zuſammenſetzungen übertragen, welche die Chemie keinesweges dafür erkennt. Sie verwechſeln nämlich die *Verbindungen* (*combinaiſons*) mit gewiſſen ſtarr gewordnen *Zergehungen*, mit gewiſſen *Vereinigungen* (*unions*) oder zuſammen geſetzten Syſtemen, mit welchen die Chemie ganz entgegen ſtehende Vorſtellungen verbindet. Die Natur giebt uns Verbindungen von einfachen Grundſtoffen; zugleich liefert ſie uns Zuſammenſetzungen (*compoſés*) aus mehr oder weniger dieſer Verbindungen, und dieſe Zuſammenſetzungen laſſen ſich weder mit den *Verbindungen* vergleichen, noch in unſern naturhiſtoriſchen Inventarien neben ſie ſtellen, weil beide nach ſehr verſchiednen Geſetzen gebildet worden ſind. Die *Verbindungen*, welche im Mineralreiche vorkommen, beſtehn aus zwei, höchſtens aus drei, nur ſelten aus vier Grundſtoffen, und faſt nur in den organiſchen Körpern kommen dergleichen aus mehr als drei Elementen vor. *Zuſammenſetzungen*, worin drei, vier oder fünf Verbindungen unter einander gemengt ſind, finden wir dagegen faſt auf jedem Schritt. Und zu dieſer Klaſſe von Vergeſellſchaftungen, von Zuſammenſetzungen, oder wenn man will von Vermengungen (*à cette claſſe d'aſſociations, de compoſés, de mixtes, ſi l'on veut,*) und nicht zu der der *Verbindungen* im Sinne der Chemie, muſs man die arſenikhaltigen Erze rechnen, von denen hier die Rede iſt, ſo

wie alle unſre Erze, in denen drei, vier oder fünf Schwefel-Metalle eingewickelt ſind. Dieſe Unterſcheidungen werden, wie man ſehen wird, durch Beiſpiele, welche aus der Natur genommen ſind, gerechtfertigt.

Doch ehe ich mich zu den Beweiſen wende, muſs ich noch ein Wort über eine Stelle ſagen, welche ich in einem Aufſatze d'Aubuiſſon's finde: „Die Analyſen der Kupferfahlerze, wel„che Klaproth ſo eben bekannt gemacht hat, „ſind ein neues Beiſpiel von Verbindungen nach „variabeln Verhältniſſen." Hierauf antworte ich: das Kupferfahlerz gehört keinesweges zu den *Verbindungen* (*combinaiſons*), mit welchen ſich die Chemiker jetzt beſchäftigen, um die Geſetze ihrer Bildung zu enträthſeln. Solche Verbindungen ſind Schwefel-Silber, Schwefel-Spieſsglas, Schwefel-Queckſilber, Schwefel-Kupfer, ſind die Metalloxyde, ſind die verbrennlichen in Säuren verwandelten Grundſtoffe u. d. m.; Erzeugniſſe, welche die Natur, ſo zu ſagen, privilegirt hat; indem ſie ihnen feſte und unveränderliche Verhältniſſe vorgeſchrieben hat, und ſie nie anders als nach genau beſtimmtem Maaſs und Gewicht erzeugt, *pondere et menſura*. Die Charaktere der wahren Verbindungen ſind daher unveränderlich, wie das Verhältniſs ihrer Elemente. Von einem Pol bis zum andern findet man ſie in beiden Hinſichten überall dieſelben, bloſs nach der Art der Aggregation kann ihre Phyſiognomie verſchieden

ſeyn, nie ſind es aber ihre Eigenſchaften. Man hat noch nie einen Unterſchied zwiſchen den Eiſenoxyden der Südländer und der Nordländer gefunden. Der Zinnober aus Japan iſt nach denſelben Verhältniſſen zuſammen geſetzt, als der von Almaden. Das Silber iſt in Peru weder anders oxydirt, noch auf eine andre Art mit Salzſäure verbunden, als in Sibirien. Man wird in allen Theilen der bekannten Welt nicht zweierlei ſalzſaures Natron, zweierlei ſalzſaures Ammoniak, zweierlei Salpeter, zweierlei ſchwefelſauren Kalk, Kali, Natron, Magneſia, Baryt u. ſ. w. finden. Und ſo ſind alle Verbindungen auf dem ganzen Erdkörper nach demſelben Maaſse gebildet.

So verhält es ſich aber keinesweges mit den *Zuſammenhäufungen* (*aſſemblages*) von Verbindungen, welche man *in einander gewickelte Mineralien* (*minéraux compliqués*) nennt, mit den *Zuſammenſetzungen* aus drei, vier und fünf Schwefel-Metallen, welche die Natur durch Schmelzung, durch Auflöſungen in Waſſer und Austrocknung, durch Kryſtalliſation, oder wie man ſonſt will, gebildet hat. In Hinſicht ihrer hat ſie das Geſetz der Proportionen aufgehoben; ſie bringt ſie ohne alle Rückſicht auf die Menge jeder zuſammen, und der Zufall beſtimmt dies, auf ſehr verſchiedne Arten. Es giebt vielleicht nicht zwei Gruben, worin die grauen, glänzenden, arſenik- und ſpieſsglashaltigen Silber-, Kupfer-, Kobalt-Erze dieſelben wären. Daher werden auch alle Erze dieſer Art aus

der

der neuen wie aus der alten Welt, bei der Analyſe die Schwefel-Metalle in eben ſo veränderlichen Mengen enthalten, als man ſie nur immer beim Zuſammenſchmelzen nach allen beliebigen Verhältniſſen durch Kunſt erhält. Es giebt folglich, wie man ſieht, eine unverkennbare Gränzlinie zwiſchen den *Verbindungen* (*combinaiſons*) von Grundſtoffen, und zwiſchen den *Zuſammenhäufungen* (*aſſemblages*) oder wenn man will, den Verbindungen der Verbindungen; denn, verſtehn wir uns nur in der Sache, ſo wollen wir nicht über die Worte ſtreiten, bis man paſſendere Ausdrücke für die Sachen, welche wir bezeichnen wollen, wird aufgefunden haben. Auf dieſe fundamentalen Unterſchiede wird man hinführo Rückſicht nehmen müſſen, wenn wir in der Mineralogie, und beſonders in der Kenntniſs der Erze und Metalle, weiter kommen ſollen. Sie waren den analyſirenden Chemikern nicht entgangen; doch iſt es ſehr nöthig, ſie nochmahls darzuſtellen, um die Mineralogen auf ſie aufmerkſam zu machen. Die *primären Verbindungen*, die, welche die Natur unveränderlichen Verhältniſſen unterworfen hat, noch länger mit den *ſecundären Zuſammenhäufungen* von Mineraliſationen, die nach allerlei Verhältniſſen vereinigt und unter einander gemengt ſind, zuſammen werfen, würde heiſsen, die Kräfte mit den Radicalien, das Gebäude mit den Schätzen, die es enthält, vermengen.

Aber welchen Unterſchied, wird man ſagen, ſollen wir uns denn zwiſchen deinen chemiſchen

Verbindungen, und den *Vereinigungen von Verbindungen* denken, welche die Natur nach dir keinen feſten Verhältniſſen unterwirft? Iſt die Kraft, welche macht, daſs ein Metall ſich im Schwefel auflöſt, eine andre, als die, vermöge deren ein Schwefel-Metall in ein zweites zergeht (*ſe disſout*)? — So gegründet dieſe Frage auch iſt, ſo werde ich mich doch mit einer Antwort auf ſie nicht übereilen, aus Furcht, in einem Felde, welches die Wiſſenſchaft vielleicht noch nicht hinlänglich mit Thatſachen erhellet hat, mich zu verirren. Man wird indeſs meine Unterſcheidungen nichts deſto weniger, wie ich denke, verſtehen, wenn ich ſage: Es ſey nun die Anziehung, vermöge deren der Zucker im Waſſer zergeht, einerlei oder nicht mit der, durch welche eine beſtimmte Menge Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ſich in eine beſtimmte Menge Sauerſtoff auflöſen, um den Zucker in unſern Pflanzen zu bilden; ſo ſehn wir doch ſehr deutlich, daſs dieſe beiden Arten von Anziehung in ihrem Reſultat ſo verſchieden ſind, daſs es unmöglich iſt, ſie mit einander zu verwechſeln. So iſt nach meiner Anſicht eine Zergehung des Salpeters im Waſſer, nicht von einerlei Art als die Auflöſung des Stickſtoffs im Sauerſtoff, welche Salpeterſäure, oder dieſer Säure in Kali, welche Salpeter giebt. Die Zergehung des Ammoniaks im Waſſer iſt in meinem Auge ganz etwas anderes, als die Auflöſung des Waſſerſtoffs im Stickſtoff, aus der das Ammoniak entſteht. Die Zergehung des Schwefel-Silbers in

dem Schwefel-Spieſsglas, welche das Rothgiltigerz ausmacht, iſt nicht von derſelben Art, als die Auflöſung des Silbers im Schwefel, woraus Schwefel-Silber entſteht. Endlich iſt die Zergehung des Schwefel-Spieſsglaſes in Spieſsglasoxyd im *Minimo*, nach mir keinesweges zuſammen zu ſtellen mit der Auflöſung des Spieſsglaſes im Schwefel. Die Urſache aller dieſer Unterſcheidungen ſcheint mir klar am Tage zu liegen. Nämlich: die Zergehungen von Zucker, von Salpeter, von Ammoniak im Waſſer laſſen ſich nach Verhältniſſen erhalten, deren äuſserſte Gränzen unendlich weit von einander abſtehen; die Auflöſungen dagegen der Grundſtoffe der Salpeterſäure in einander, oder der beiden Beſtandtheile des Salpeters oder des Ammoniaks, finden nur unter der ſtrengen Bedingung eines einzigen Miſchungsverhältniſſes, oder höchſtens zweier Statt.

Auch wir können 3 bis 4 Schwefel-Metalle in einander zergehen laſſen, und zwar nach unendlich verſchiednen Verhältniſſen; aber zuverläſſig wird es uns nicht gelingen, den Schwefel mit irgend einem Metalle nach ſolchen willkührlichen Verhältniſſen zu verbinden. Das Schwefel-Spieſsglas kann ſich in das Spieſsglasoxyd im *Minimo* nach unzählig vielen Verhältniſſen auflöſen, woraus die Spieſsglas-Lebern, Gläſer, Safrane, und alle Zwiſchen-Nüancen entſtehn. Aber kennen wir wohl auch nur zwei verſchiedne Schwefel-Spieſsglaſe? Die Natur hat ſich beſtimmten Mi-

U 2

ſchungsverhältniſſen in dem unterworfen, was wir *Verbindungen* nennen; und eben dadurch auch uns, in unſern Arbeiten. Seit Anbeginn der Chemie iſt es noch nie jemand geglückt, Ammoniak, Salpeter, Schwefel-Silber, Schwefel-Spieſsglas u. ſ. f. zu erhalten, welche andre Miſchungsverhältniſſe, als die gewöhnlichen, gehabt hätten. Ich ſollte glauben, dieſe Unterſchiede müſsten für alle deutlich ſeyn; und wenn ich mich auch nicht darauf einlaſſe, ſie zu definiren, ſo fühle ich darum nicht weniger, wie wichtig es iſt, daſs man ſich beſtrebe, zu beſtimmen, ob es wirklich eine feſte Gränze giebt oder nicht, zwiſchen dieſen beiden Klaſſen von Vereinigungen, unter die ich, wie unter zwei verſchiedne Fahnen, Erzeugniſſe zu reihen ſuche, welche in der Kunſt eben ſo als in der Natur von einander verſchieden ſind, und für welche die Wiſſenſchaft vielleicht ſchon früher hätte Benennungen aufſtellen ſollen, um zu verhüten, daſs man ſie nicht mit einander vermenge, da die Chemie ſie ſchon ſeit langer Zeit nicht mehr durch einander wirft.

Doch ich komme zu den *zuſammen geſetzten Schwefel-Metallen* zurück. Ich habe zu Anfang behauptet, der Grund der Unterſcheidung, welche ich vorſchlage, ſey in der Natur; ich will nun verſuchen, das im Kurzen hier zu ſkizziren, was meine eignen Arbeiten mich hierüber ſeit einigen Jahren gelehrt haben.

1.

[*Kupferkies, oder die gelben Kupfererze.*] Das *Schwefel-Eiſen* im Maximo oder der *Schwefel-Kies* findet ſich mit verſchiednen andern Schwefel-Metallen vereinigt. Die einfachſten Zuſammenſetzungen deſſelben ſind die mit dem *Schwefel-Kupfer.* Beide kommen nach ſehr verſchiednen Verhältniſſen mit einander vereinigt vor, und es entſtehn daraus die ſo genannten *Kupferkieſe*, die *gelben* und *goldgelben Kupfererze*, und die *bunt-* oder *pfauenſchweifig* angelaufnen Kieſe; letztere, wenn das Schwefel-Eiſen ſich zu oxydiren anfängt, wodurch das blaue Schwefel-Kupfer *) zum Vorſchein kömmt, das ſich weit ſchwerer oxydirt. Des Schwefel-Eiſens iſt in ihnen ſtets mehr als des Schwefel-Kupfers; es giebt indeſs einige, die über 40 Prozent Schwefel-Kupfer enthalten. Sie gehören zu den gemeinſten Erzen, und finden ſich faſt überall; ſind bald kryſtalliſirt, bald ohne regelmäſsige Geſtaltung, bald reicher, bald ärmer an Kupfer. Schmelzt man ſie mit Kali zuſammen, ſo wird das Schwefel-Eiſen vom Maximo zum Minimo an Schwefel herab gebracht; es läſst ſich dann in verdünnte Schwefelſäure auflöſen, unter Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas, und das blaue Schwefel-Kupfer bleibt unangegriffen zurück. **) Auch mit ſehr verdünnter Salpeterſäure läſst ſich das blaue Schwefel-Kupfer aus den Kupferkieſen allein darſtellen.

*) S. S. 164. *G.*

**) S. S. 168. *G.*

2.

[*Die grauen Kupfererze, oder Kupfer- und Silber-Fahlerze.*] Wenn zu den beiden Schwefel-Metallen, aus denen dieſe gelben Erze oder Kupferkieſe beſtehn, dem Schwefel-Eiſen und dem Schwefel-Kupfer, noch ein *drittes Schwefel-Metall* hinzu kömmt, z. B. Schwefel-Spieſsglas, Schwefel-Blei, Schwefel-Silber, und ſelbſt Arſenik, ſo gehn ſie in die Klaſſe der *grauen Kupfererze* oder *Kupferfahlerze* über. Erze dieſer Art, welche auſser jenen beiden Schwefel-Metallen nichts als Schwefel-Spieſsglas enthalten und dieſem ihre graue Farbe verdanken, kennt man faſt überall; bei uns brechen dergleichen im *Collado de la Plata* bei *Terruel*, in der *Sierra Vermeja*, u. ſ. w. Fahlerze, deren graue Farbe von Schwefel-Blei oder von Arſenik herrühren, finden ſich zu *Rio Tinto* in Andaluſien. Unter den Fahlerzen, welche wir aus Amerika erhalten, giebt es einige, welche ſich bei der Analyſe als Kupferkies zeigen, der bloſs durch Schwefel-Silber grau iſt. — Man findet im Innern mancher Stufen ſalzſauren Kupfers aus Chili einen Kern von Fahlerz, das aus Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Spieſsglas beſteht. Dieſes Erz ſcheint von auſsen her durch fremde Einwirkungen oxydirt und in ſalzſaure Metalle verwandelt worden zu ſeyn.

Mehrentheils iſt indeſs das Fahlerz aus *vier Schwefel-Metallen* zuſammen geſetzt, nämlich aus den Verbindungen von Schwefel mit *Eiſen*, mit *Kupfer*, mit *Silber* und mit *Spieſsglas;* eine Zuſammenſetzung, welche unter den *ſilberhaltigen Fahlerzen* ſehr ge-

wöhnlich iſt. In ihnen dient häufig nicht mehr das Schwefel-Eiſen, ſondern das *Schwefel-Spieſsglas* als Excipient für die übrigen. Nach Bergman giebt es deren ſelbſt einige, in welche *Arſenik* mit eingeht; ob als reines Metall oder als Schwefel-Arſenik, iſt noch auszumachen. In Abſicht der Menge des Schwefel-Silbers, welches ſie enthalten, ſind dieſe Erze ſo auſserordentlich verſchieden, und unbeſtändig in ihren Charakteren, daſs daſſelbe Erz von *Born* für *Arſenik-Silber*, und von *Romé-de-Lisle* für *arſenikaliſches Weiſserz* (*mine blanche arſenicale*) ausgegeben wurde. Wir haben einzelne Minern dieſer Art, in welchen das *Schwefel-Kupfer* vor den drei andern das vorherrſchende iſt. In dieſem Falle hat das Erz ein ganz anderes Anſehen; es iſt dichter, ſchwerer zu zerſprengen, und von einer bläulichern, minder metalliſchen Nuance.

Zu dieſer Spieſsglas-Familie gehören die meiſten Erze, welche die amerikaniſchen Bergleute *Negrillos* (ſchwärzliche) nennen. Man findet in ihnen ſtets die hier genannten vier Schwefel-Metalle, doch nach ſehr verſchiednen Verhältniſſen; vom Schwefel-Silber enthalten ſie immer am wenigſten. Arſenik habe ich in dieſer Art von Erzen nie gefunden. Es giebt darunter auch manche, die vom Schwefel-Kupfer eine weit kleinere Menge als vom Schwefel-Eiſen und vom Schwefel-Spieſsglas enthalten. — Die *Negrillos* verwittern allmählig an der Luft, und bei dieſem

langſamen Verbrennen oxydiren ſich alle ihre Metalle, das Silber ausgenommen, welches man auch dann noch als Schwefel-Silber wieder findet. Oefters ſind ſie mit Schwefel-Zink (Blende) vermengt; dieſer iſt indeſs nur eingeſprengt, läſst ſich einzeln erkennen, und macht keinen Theil der innigen Vereinigung aus. *)

In einigen unförmlichen Erzen dieſer Art, welche ſich durch ihre Schwere und durch ihre ſchwärzliche Bleifarbe auszeichnen, findet man noch ein *fünftes Schwefel-Metall*, nämlich *Schwefel-Blei.* Dieſe Art von *Negrillo* iſt ſehr reich; wenigſtens waren es die Stücke, welche ich unterſucht habe. Um ſie zu analyſiren, muſs man ſie mit Salpeterſäure behandeln, welche die Metalle und den Schwefel oxygenirt; iſt dabei genug Schwefelſäure entſtanden, ſo findet man in der Auflöſung kein Blei, weil es ſich als ſchwefelſaures Blei zugleich mit dem Spieſsglasoxyd zu Boden ſetzt; reibt man den Niederſchlag mit kohlenſaurem Kali zuſammen, ſo wird das Blei kohlenſauer, (*par trituration,*) und nun läſst es ſich durch ſchwache Salpeterſäure abſcheiden. **)

Eine nicht minder intereſſante Vereinigung von vier Schwefel-Metallen, als die Negrillos, iſt das *Fahlerz*, welches zu *La Cren*, (im Kreuze,)

*) Man vergleiche hierbei S. 169. *Gilb.*

**) Hierber gehört auch das Fahlerz von Guadalcanal, worin Vauquelin Platin entdeckt hat. S. S. 207. *Gilb.*

1 Stunde von Valencia, in Nieren gefunden wurde, die eine graue Metallfarbe hatten, und beim Zurückwerfen des Lichtes röthlich ſchienen. Sie enthielten Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kupfer, Schwefel-Spieſsglas, und *Schwefel-Queckſilber* in einander vollkommen aufgelöſt oder zergangen. Salpeterſäure oxydirt drei dieſer Schwefel-Metalle, das Schwefel-Queckſilber widerſteht aber ihrer Einwirkung und vermengt ſich mit dem Spieſsglasoxyd, das zu Boden fällt; durch Salzſäure werden beide von einander getrennt. Viele dieſer Nieren haben durch Verwitterung eine Veränderung erlitten, der ähnlich, welche die Salpeterſäure in ihnen bewirkt; in manchen iſt in der Mitte noch ein metalliſcher Kern. Sie nehmen durch dieſe Oxydirung an Umfang zu, und an Feſtigkeit ab; der ſcharlachroth gewordne Zinnober, der noch allein beſteht, giebt der ganzen Maſſe ſeine Farbe; das Eiſen und das Spieſsglas ſind im *Maximo* oxydirt, und das Kupferoxyd iſt kohlenſauer. Ueberhaupt iſt der Zinnober eins der unveränderlichſten Schwefel-Metalle der Erze. Ich zweifle, daſs man zu Almaden oxydirtes Queckſilber gefunden hat. Doch hat daſelbſt Hr. Angelo, Director des Bergwerks, mildes Queckſilber, wiewohl in geringer Menge, entdeckt, das in kleinen Kryſtallen mit Perlmutterglanz hier und da auf Stücke des Geſteins wie hingeblaſen vorkömmt. Das aus den genannten vier Schwefel-Metallen beſtehende Fahlerz zu La Cren iſt jetzt vol-

lig abgebaut. Es gab davon nur wenig, und man förderte es, um das Queckſilber daraus zu gewinnen. Es ſchien, die Natur habe es wie durch einen Zufall auf die Oberfläche eines Hügels herab fallen laſſen. Dieſer Hügel beſteht ganz aus eckigen Fragmenten, die durch ein Kalk-Cement von neuerer Entſtehung zuſammen gekittet ſind; und unterſucht man das Local, ſo wird man überzeugt, daſs dieſe Fragmente Ueberreſte umliegender Berge ſind, die nicht mehr exiſtiren. Ein weniges von dem Mineral zog ſich bis Bechi herab, das ½ Stunde tiefer, am Eingange in die Ebene von Valencia liegt.

3.

[*Schwefel-Blei.*] Es giebt wenig *Bleiglanz*, dem nicht Bleioxyd oder ſchwefelſaures Blei eingemengt iſt. Dies muſs man wiſſen, um ſich nicht durch Proben, die man durch Schmelzung macht, verführen zu laſſen, zu ſchlieſsen, daſs in Bleiglanz das Blei mit dem Schwefel nach verſchiednen Verhältniſſen verbunden vorkomme. *)

Das Schwefel-Blei iſt eins von den Schwefel-Metallen, welche Schwefel-Silber nach auſserordentlich verſchiednen Verhältniſſen enthalten; doch macht das Schwefel-Blei immer den gröſsten Antheil aus. Manchmahl ſind beide mit *Schwefel-Spieſsglas* vereinigt; dahin gehörte das Erz, worin Klaproth in 100 Theilen 40 Th. Blei, 20 Th. Silber, 8 Th. Spieſsglas und das übrige Schwefel gefunden hat. Auch *Schwefel-Kobalt* hat ſich in

*) S. S. 282.

ſilberhaltigen Bleiglanz verirrt; mehrere Beiſpiele davon ſind in Katalonien vorgekommen. Man braucht dieſe Erze nur mit Kali und mit kleinen Nägeln zu ſchmelzen, ſo findet man den Kobaltkönig über dem ſilberhaltigen Blei.

Schwefel-Blei und *Schwefel-Spieſsglas* kommen auf eine noch mehr zuſammen geſetzte Art vor, nämlich mit *Schwefel-Kupfer* vereinigt. *) Zu Linares in Andaluſien findet man ſpieſsglashaltige Bleierze, die auf dem Bruch wie Stahl ausſehn, und auſser ein wenig Schwefel-Silber auch Schwefel-Kupfer enthalten. Dieſe Erze ſind einer Zerſetzung unterworfen, in der ſie ſich in kohlenſaure Metalloxyde verwandeln, das Kupfer ausgenommen, welches nicht ſo leicht zu oxydiren iſt, und das ſich in den kohlenſauren Metallen unverändert als Schwefel-Kupfer wieder findet.

Das Schwefel-Blei gehört zu den Schwefel-Metallen, welche mit Schwefel-Tellur, mit dem Schwefel Uran u. a. vereinigt vorkommen.

4.

[*Schwefel-Spieſsglas.*] Das Schwefel-Spieſsglas kömmt ebenfalls mit ſehr verſchiednen Mengen von Schwefel-Silber vor, und giebt damit eine ganze Reihe von Erzen, die vom *Rothgiltigerze* bis in das *ſpröde Glaserz* übergehn, welches letztere in Maſſe ſchwarz, gepulvert aber röthlich iſt.

*) Hierher gehört Hrn. Klaproth's *Spieſsglas-Bleierz*, (ſ. S. 285, Anm.,) und das ähnliche von Hatchett analyſirte graue Erz aus Cornwall, (S. 184, Anm.). *Gilbert.*

5.

Arſenik, in welchem Schwefel-Eiſen im Maximo, aufgelöſt iſt, bildet den *Arſenikkies*. In dieſem Kieſe hat der Arſenik keinen Antheil am Schwefel, der lediglich an dem Eiſen gebunden iſt. Ich habe noch nicht durch Verſuche beſtimmt, ob der Antheil an Arſenik und an Schwefel-Eiſen im Arſenikkieſe variabel iſt; es läſst ſich indeſs bei der Verſchiedenheit ihrer Nuancen und nach den Verſuchen Vauquelin's daran nicht zweifeln.

6.

[*Glanzkobalt, Speiſskobalt, Kupfernickel.*] Der *Arſenik* dient auch dem *Schwefel-Kobalt, Schwefel-Nickel, Schwefel-Kupfer* und *Schwefel-Eiſen* zugleich als Excipient. Man findet in ihm dieſe Schwefel-Metalle, wenn man die *weiſsen* und *grauen arſenikaliſchen Kobalt-* oder *Nickel-Erze* analyſirt. Einige derſelben enthalten im Verhältniſs gegen den Schwefel-Kobalt nur ſehr wenig Schwefel-Nickel, andre umgekehrt viel Schwefel-Nickel und nur ſehr wenig Schwefel-Kobalt. Schwefel-Kupfer findet ſich faſt in allen Erzen dieſer Art; ſelbſt das von Tunaberg, welches Taſſaert analyſirt hat, iſt davon nicht frei. Es giebt ſehr arſenikreiche Nickel-Erze, welche Schwefel-Silber enthalten. Die Verhältniſſe aller dieſer Schwefel-Metalle unter einander und gegen den Arſenik variiren auſserordentlich.

Wenn man Erze dieſer Art deſtillirt, ſo er-

hält man aus einigen 30 Prozent reinen Arſeniks, aus andern weniger. Der Rückſtand iſt immer eine Zuſammenhäufung mehrerer Schwefel-Metalle, welche einen Antheil Arſenik enthalten, der nicht an Schwefel gebunden iſt. Erhitzt man ihn mit Schwefel, ſo ſublimirt ſich dieſer übrige Arſenik als Realgar und verläſst nun die andern Schwefel-Metalle; ein offenbarer Beweis, daſs ſelbſt der Ueberreſt von Arſenik, den die Schwefel-Metalle zurück halten, nicht als Schwefel-Arſenik im Erze vorhanden iſt.

Aus einem grauen, dichten, gleichförmigen *Kobalterze von Schlagtvirg* in Steiermark erhielt ich reguliniſchen Arſenik, zuletzt aber etwas Realgar. Dieſes geſchieht, wie ich glaube, dann, wenn das Schwefel-Eiſen einen Theil ſeines Schwefels fahren läſst, und aus der Verbindung mit Schwefel im Maximo in die im Minimo übergeht. Der Rückſtand enthielt Arſenik und Verbindungen von Schwefel mit Eiſen, Kupfer, Kobalt, und Nickel; letztere in gröſserer Menge als den Schwefel-Kobalt.

Kryſtalliſirter *Kobalt von Tunaberg* gab mir Arſenik und Realgar, viel Schwefel-Eiſen, wenig Schwefel-Kupfer, und Schwefel-Kobalt. Nickel enthält er gar nicht.

Ein *rother Kupfernickel* mit grauen Adern *von Andreasberg* gab metalliſchen Arſenik und keinen Realgar. Im Rückſtande fand ſich Arſenik, wenig Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwe-

fel-Kobalt und Schwefel-Nickel; der letztere iſt vorwaltend.

Der *Kupfernickel von Poplet* in Catalonien enthält Arſenik, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Nickel; keinen Kobalt. Er iſt röthlich und in einem kieſelartigen Geſtein verbreitet.

Der *Kupfernickel von Sierra Vermeja* iſt eine bloſse Legirung von Nickel und Arſenik, und enthält nicht ein Atom von Schwefel; die Auflöſungen deſſelben werden nicht einmahl getrübt von Barytauflöſungen. Wenn je der Nickel in Gebrauch kommen ſollte, ſo iſt es dieſes Erz, aus welchem man ſich am leichteſten das Nickelmetall wird verſchaffen können. Man hatte ihn dem Miniſterio als ein Silbererz eingereicht, und eine Stange dieſes Metalles begleitete die Sendung. Angulo und Fernandez analyſirten das Erz, und fanden darin nicht eine Spur von Silber.

Grauer Kobalt von Tobſchau in Ober-Ungarn. Er iſt mit einem grünlichen Oxyd vermengt, welches von verdünnter Schwefelſäure aufgelöſt wird; die Auflöſung enthält arſenigtſauren Nickel. In einer Auflöſung des metalliſchen Theils in Salpeterſäure zeigte ſich Schwefel, Eiſen, Nickel und Arſenik; kein Kobalt. Bei der Deſtillation giebt dieſer metalliſche Theil keinen Arſenik, obgleich er ihn in Menge enthält.

Auch viele andre ſehr arſenikreiche Kobalt- und Nickelerze gaben in der Deſtillation keinen

Arſenik. In ihnen muſs, auſser den Schwefel-Metallen, nicht an Schwefel gebundener Nickel oder Kobalt vorhanden, und mit dem Arſenik ſo legirt ſeyn, daſs er ihn verhindert, ſich zu ſublimiren. Ich habe vergeſſen, zu unterſuchen, ob der Arſenik-Nickel von Sierra Vermeja ſeinen Arſenik in der Deſtillation fahren läſst; doch zweifle ich daran.

Ein ſchweres und gleichförmiges graues *Kobalterz von Schneeberg* gab 8 bis 9 Prozent reinen Arſeniks, dann einige Spuren von Realgar, und als der Rückſtand mit Schwefel erhitzt wurde, ſehr viel Realgar. Der Arſenik war alſo darin nicht an Schwefel gebunden. Der Rückſtand der bloſsen Deſtillation enthält auſser Arſenik noch Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kobalt und ein wenig Schwefel Kupfer; keinen Nickel.

Ein graues, reines, ſehr weiſses und arſenikreiches *Kobalterz aus Aragonien* gab in der Deſtillation nichts; und doch enthielt es viel Arſenik, der bei der Deſtillation mit Schwefel als Realgar zum Vorſchein kam. Welches Princip hält darin den Arſenik zurück? Dieſes werde ich näher unterſuchen. Er enthält Schwefel-Kobalt, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kupfer und keinen Nickel.

Ein andres graues, traubiges, ſehr ſchweres *Kobalterz aus Sachſen* gab zwar Arſenik, aber nach Verhältniſs der Menge, welche es enthielt, nur wenig, und darauf Realgar-Blumen. Es ent-

hielt Schwefel-Kobalt, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kupfer und keinen Nickel.

Daſs *Schwefel-Kobalt* in der Natur vorkömmt, läſst ſich nach dem Detail, welches Patrin davon giebt, ſchwerlich bezweifeln, um ſo weniger, da er ſchon in den grauen und weiſsen Kobalterzen als ſolcher exiſtirt; ich habe indeſs noch nicht Gelegenheit gehabt, Stücke davon zu ſehen. *)

Nickel,

*) Folgende Notiz von den künſtlichen Verbindungen des Schwefels mit Kobalt und mit Nickel entlehne ich aus Hrn Prouſt's chemiſcher Geſchichte dieſer beiden Metalle, im *Journ. de Phyſ.*, *Decemb.* 1806. „Kobaltoxyde mit Schwefel erhitzt, werden zu *Schwefel-Kobalt.* Vom Kobaltmetall verbinden ſich 100 Theile mit 40 Th. Schwefel; dieſes iſt das Reſultat von drei Verſuchen; doch bleiben mir noch einige Zweifel über das Verhältniſs. Um dieſe Verbindung zu bewirken, brachte ich den Kobalt in einer Retorte zum dunkeln Rothglühen, und lieſs dann kleine Stücke Schwefel darauf fallen. Indem ſie ſich verbinden, entſteht ein Glühen, welches ſchon die Alten bei Schweflung von Metallen bemerkt hatten, und das die Aufmerkſamkeit der Neuern wieder auf ſich gezogen hat. Dieſe Hitze iſt intenſiv genug, um einen Theil des Schwefel-Kobalts zu ſchmelzen und in Körner zu verwandeln. Ich habe etwas davon in einer Eſſe, mit Borax, etwas Kohle und Gyps geſchmelzt, um es im Zuſtande eines Schwefel-Metalles zu erhalten; dieſes gab einen grauen, blättrigen und brüchigen König, der nichts Merkwürdiges zeigte und den die Säuren leicht

auf.

Nickel, Kobalt, Eiſen und Kupfer ſind vier Metalle, die es keine Schwierigkeit macht in den Auflöſungen der Rückſtände, welche ſie alle vier enthalten, zu erkennen. Der Schwefel-Waſſerſtoff ſchlägt aus der Auflöſung das Kupfer und den Arſenik nieder, und wenn man letztern ſo ſtark oxygenirt hat, daſs er zur Arſenikſäure geworden iſt, ſo greift der Schwefel-Waſſerſtoff die Arſenikſäure erſt lange nachher an, nachdem er das Kupfer niedergeſchlagen hat, wodurch man beide mit Sicherheit trennen kann. Wird nun die Auflöſung erhitzt, damit ſich das Eiſen im Maximo oxygenire, darauf mit Kali gefällt, und ihr dann Ammoniak zugeſetzt, ſo löſt dieſes das Kobaltoxyd und das Nickeloxyd auf, ohne das Eiſenoxyd anzugreifen. Bringt man nun die ammoniakaliſche Auflöſung in eine ſehr gelinde Wärme, ſo fällt, während ſie ſich concentrirt, der Nickel zu Boden, und der Kobalt bleibt allein in ihr.

Ich habe verſchiedene *Speiſsen* analyſirt; das heiſst, Metallkönige, welche ſich in den Tiegeln, in denen das Kobaltglas bereitet wird, am Boden anſammeln. Sie ſind ein regenerirtes Mineral, worin man Arſenik, Kobalt, Nickel, Wis-

auflöſten, unter Entbindung von viel Schwefel-Waſſerſtoff-Gas." — „*Nickel* verbindet ſich auf 100 Th. mit 46 bis 47 Th. Schwefel; doch auch hierüber bleiben mir noch Zweifel. Im Augenblicke der Verbindung ein ſehr leuchtendes Glühen."

Gilb.

muth, Eiſen, Kupfer und Schwefel findet. Die Auflöſung derſelben in Salpeterſäure ſetzt arſenigtſauren Wismuth ab, der in der Säure wenig auflöslich iſt; beim Concentriren ſcheidet ſich das übrige ab. Die übrigen Metalle erkennt man auf die eben angegebne Weiſe. Ich habe in der Speiſe immer mehr Nickel als Kobalt gefunden. Ich glaube geleſen zu haben, daſs man ſie calcinirt, um ſie wieder dem Glasfluſs zuzuſetzen, damit ſie allen Kobalt hergebe.

Dieſe kleine Zahl von Beiſpielen, welche die Gelehrten durch ähnliche Beobachtungen, die ſie beſitzen, werden vermehren können, reicht völlig hin, die Gründe der Unterſcheidung zu bewähren, welche ich zu Anfang dieſer Bemerkungen aufgeſtellt habe.

Selbſt die Lithologie, die ſo reich iſt an Zuſammenſetzungen nach Verhältniſſen, welche zwiſchen noch weitern Gränzen, als die aus bloſsen Metallen variiren, ſcheint mir fähig zu ſeyn, nach dieſen beiden Geſichtspunkten ſtudirt zu werden. *) Doch ich vermag nicht allein ein ſo

*) Will man einen auffallenden Beweis dieſer Wahrheit, ſo nehme man den *Granat*. Wie auſserordentlich variirt nicht in ihm das Verhältniſs der Beſtandtheile! Die Kieſelerde zwiſchen 36 und 52, die Thonerde zwiſchen 16 und 22, der Kalk zwiſchen 3 und 32, das Eiſen zwiſchen 6

weites Feld zu durchforſchen, und beſchlieſse daher lieber für jetzt dieſen Gegenſtand mit folgender Bemerkung.

Es iſt ſehr zu wünſchen, daſs es die Chemiker nicht länger aufſchieben, auch von ihrer Seite die Art zu vervollkommnen, wie ſie von ihren Analyſen Rechenſchaft geben; denn die bisherige iſt mangelhaft.

und 41 auf 100 Theile, (Vauquelin.) Nie wird man in einem Syſtem der analytiſchen Lithologie eine ſolche variable Zuſammenſetzung neben die an feſte Verhältniſſe gebundenen Verbindungen ſtellen dürfen, in welche die Erden mit den Säuren treten. Daſſelbe wird man ohne Zweifel von den Feldſpathen, den Zeolithen, den Prehniten, den Speckſteinen, den Asbeſten, den Cyaniten, den Chloriten, den Hornſteinen, dem Kieſelſchiefer, dem Veſuvian, den unzähligen Schörln, den Schiefern, kurz, von allen den zuſammen geſetzten Steinen ſagen müſſen, in denen wir nichts finden, als Erden, die in Erden aufgelöſt ſind, in welchen ſich die Natur ergötzt zu haben ſcheint, nach allen denkbaren Verhältniſſen Kieſelerde, Thonerde, Kalk, Magneſia, Eiſen- und Manganes-Oxyd, Natron, Kali, Baryt u. ſ. f. mit einander zu vereinigen, und die ſich deſto weiter von dem Geſetze feſter Verhältniſſe entfernen, je zahlreicher ihre Beſtandtheile ſind. So verhält es ſich aber gewiſs nicht mit den Verbindungen aus zwei Beſtandtheilen im Steinreiche; nicht mit den Verbindungen der Schwefelſäure, der Salpeterſäure, der Phosphorſäure, der Boraxſäure, der

Sagen, ein Mineral enthalte ſo und ſo viel Silber, Kupfer, Spieſsglas, Arſenik, Schwefel u. ſ. w., heiſst, von der Organiſation, von der Natur deſſelben uns ungefähr eine eben ſo belehrende Idee geben, als ein Baumeiſter uns vom Louvre geben würde, wenn er uns ſagte, nachdem er das Gebäude niedergeriſſen hätte: es war gebaut aus ſo und ſo viel Bruchſteinen, ſo und ſo viel Backſteinen, Schiefer, Kalk, Gyps u. ſ. f. Der Naturhiſtoriker iſt berechtigt, zu fragen, ob in dem Mineral, welches er dem Chemiker zur Analyſe übergiebt, die vier oder fünf Grundſtoffe, welche ſich darin finden, ſich gegenſeitig ſättigten? ob dazu der Schwefel hinreichte? ob

Fluſsſäure, der Molybdänſäure mit Kalk, mit Magneſia, mit Thonerde, mit Baryt, mit Strontion u. ſ. w., welche auf der ganzen Erde identiſch ſind. Dieſe Wahrheit hat die Analyſe ſchon für die meiſten ſolcher Verbindungen dargethan, und es kann nicht fehlen, daſs ſie ſie nicht auch bald auf die ausdehnen wird, welche noch nicht aus dieſem Geſichtspunkte chemiſch unterſucht ſind. Doch dürfen wir nicht vergeſſen, daſs, um die Charaktere der einfachen Verbindungen der Natur aufzufinden, und ſie richtig zu ſehen, man ſtets im Gedanken, wie durch die Analyſe, die der Verbindung fremdartigen Körper abſondern müſſe, welche eingemengt, und nicht mit jenen chemiſch verbunden ſind, und daher ihnen ihre Reinheit benehmen und ihre urſprüngliche Geſtalt verhüllen. *Prouſt.*

eins der Metalle mit ihm nicht verbunden war? ob nicht eine anfangende Oxygenation die Vereinigung zu verändern begonnen hatte, u. dgl. mehr.

Dieſe Bemerkung, welche keinen andern Zweck hat, als unſre Analyſen zu vervollkommnen, findet auch auf alle unſre Zerlegungen von Steinen Anwendung. Es heiſst z. B. immer nur: Eiſenoxyd ſo und ſo viel. Der ſpäthige Eiſenſtein, die Hornblenden, die Serpentine, die Thonſchiefer, die Trappe, die Baſalte u. ſ. f. enthalten Eiſen in Menge; iſt es aber in ihnen im *Minimum* oder im *Maximum* oxydirt? Und doch iſt es nur unter der einen oder unter der andern Bedingung, daſs dieſe Zuſammenſetzungen roth, gelb, grün, bläulich, undurchſichtig oder durchſcheinend ſich zeigen, u. ſ. w.

V.

Geognoſtiſche und phyſikaliſche Beobachtungen über Norwegen,

von

Leopold von Buch,

Mitgl. d. Kön. Akad. d. Wiſſ. zu Berlin;

aus einem Briefe an den Freih. von Humboldt.

Berghöhen. Geognoſtiſcher Ueberblick. Untere Gränze des ewigen Schnees in Norwegen und Island. Gletſcher. Fichtenwald in 71° der Breite. Regenmenge. Gewitter bloſs im Winter in Wolkenhöhe. Mittlere Höhe des Barometers am Meere.

Chriſtiania d. 20ſten Febr. 1807.

Ich benutze den letzten Augenblick, um hier noch ein Wort von Ihnen zu hören, das mir wichtig iſt, ehe ich mich in Lappland verſenke. Am Ende März gehe ich nach *Drontheim;* dann nach *Salten* über den Polarkeis hinaus und nach *Alten* und *Hammerfeſt.* Um Alles willen folgen Sie nicht. Das iſt ein Klima, ein Land, um Alles von Wärme zu erſticken, die man in ſich fühlen mag. Die Schneegränze werde ich verfolgen, bis da, wo das Land aufhört.

Es hat mir hier Mühe gekoſtet, zu erfahren, wo im Sommer Schnee liegt. Deswegen reiſte

ich gleich nach Bergen über das Gebirge *Stor-Field*, über den Paſs von *Fille Field*. Dort habe ich *Sule Tind* beſtiegen, den man als den höchſten Berg der Gegend nennt. *Sule Tind* hat eine Höhe von 5524 par. Fuſs über dem Meere. Der iſolirte Fels war ohne Schnee, aber von groſsen Schneefeldern umgeben; dieſes iſt daher ſeiner iſolirten Lage zuzuſchreiben. Berge gegen über waren das ganze Jahr mit Schnee bedeckt, weil die gröſsere Schneeausdehnung die Temperatur umher erkältet. Nach vielen Zuſammenſtellungen glaube ich beſtimmt angeben zu können, die Schneegränze falle in 62° Breite zwiſchen 5200 und 5500 Fuſs oder 900 Toiſen Höhe über dem Meere; aber freilich an der warmen Weſtküſte Norwegens.

Ich will dieſer Notiz über die Schneegränze gleich eine zweite hinzu fügen, aus den Meſſungen von Lieutenant Ohlſen und Vetleſſen in *Island*, welche mir Bugge in Kopenhagen mitgetheilt hat. Sie fanden den höchſten Berg an der Oſtſeite *Oeſter Jöckull* oder *Eya Field* 5334 par. Fuſs hoch, und die ewige Schneegränze an dieſem Berge in einer Höhe von 2896 par. Fuſs über dem Meere. *Veſter Jöckull* oder *Sne Field*, den Borda gemeſſen hat, iſt 4424, und der *Hekla* 4790 pariſ. Fuſs hoch. *)

*) Dieſe Beſtimmungen der Schneegränzen in Norwegen und Island ſind von groſser Wichtigkeit. Wir finden demnach dieſe Gränzen;

Dieſe und andere Notate werde ich an unſern Freund Gay - Luſſac ſchicken; er mag ſie verbreiten an die, welche die Sache intereſſirt. Nach Berlin möchte ich gerne, ehe ich nach Drontheim gehe, eine ziemlich ausführliche Beſchreibung des Uebergangs von Fille Field ſenden, welche ich mit einem Profil zur Beurtheilung der Conſtitution dieſes Gebirges begleitet habe, und mit einer kurzen Ueberſicht des Gebirges, ſo

bei 0° Breite auf 2460t (Humboldt im Königreich Quito)
— 20° — — 2350t (Humboldt in Neu-Spanien)
— 45° — — 1400t (Sauſſure, Ramond in Europa)
— 62° — — 900t (Buch an der Weſtküſte v. Norwegen)
— 65° — — 482t (Ohlſen in Island)

Wo berührt die Schneegränze die Erdfläche ſelbſt? Etwa unter 75 oder 77° N. Breite? Die Abnahme von 62° bis 65° iſt ſehr auffallend; aber da Norwegens weſtliche Küſte wärmer iſt, als man ihrer Breite nach vermuthen ſollte, ſo dürfte man wohl im Alllgemeinen die Schneegränze bei 62° auf 750 oder 800t Höhe annehmen. Die mittlere Temperatur der Gegend, an der unter dem Aequator ewiger Schnee beginnt, ſcheint nach meinen Beobachtungen + 0°,3 R., alſo weit höher als in unſerer gemäſsigten Zone zu ſeyn, wo nach Pictet der ewige Schnee erſt bei einer mittlern Wärme von — 3°,7 anfängt. Aber freilich ſind dieſe Thatſachen noch nicht genau genug beſtimmt. *Ht.*

weit ich es kenne und Nachrichten davon geſammelt habe.

Ich bin in *Hardanger* auf der Weſtküſte Norwegens geweſen. Hier lebt zwiſchen himmelhohen Bergen, an einem der ſonderbaren Meerbuſen, die ſich ſo tief zwiſchen dieſe Berge eindrängen, ein Prediger Herzberg, der Barometer zu machen verſteht und ſie auch auf Berge tragen kann. Er hat den hohen *Folge Fonden* gemeſſen, einen Berg, 12 Meilen lang, wie eine Ebene, wie der Buet oben, immer mit Schnee bedeckt, von dem nach Süden und Weſten prächtige Gletſcher ins Thal herab gehen. Die gröſste Höhe der flachen Ausdehnung iſt 5432 Fuſs. Dieſes ſonderbare Gebirge iſt vom Hauptgebirge ganz getrennt, und liegt wie eine Inſel zwiſchen *Bergen* und *Stavanger*. — Nach ſehr guten meteorologiſchen Beobachtungen deſſelben Predigers Herzberg war die mittlere Temperatur am Meere dort 5°,6 R., und nach ſeinen vielen Beobachtungen darf man auch hier der Sauſſure'ſchen Temperaturabnahme folgen; auf 100 Toiſen 1 Grad. So kömmt die Temperatur des Anfangs der Schneegränze bei — 3°,45; das iſt freilich nicht — 4°, wie in der Schweiz, aber doch eine Annäherung, die ich nicht erwartete.

Von 63° bis 58° der Breite befindet ſich kein Gebirge von Bedeutung zwiſchen Schweden und Norwegen. Das ſogenannte Sewo-Gebirge iſt ein Unding; es iſt eine Erfindung von Olaus Rud-

beck; der Name ſteht im Plinius, IV, 27. Das hohe Gebirge *) läuft quer von Süden nach Weſten, bis *Dofre Field*, wo *Snehättan* ſich 8000 rheinl. Fuſs erheben ſoll, nach *Esmark*; was jedoch ſchwer zu glauben iſt; vielmehr halte ich dafür, kein Berg gehe viel über 6000 Fuſs. Tannen und Fichten hören in 62° der Breite auf in 3000 Fuſs Höhe. Sonderbar iſt es, daſs man auf der Weſtſeite des Gebirges, von Drontheim bis zur ſüdlichſten Spitze Norwegens, keine Tannen fin-

*) Oder das *Gebirge Seve* (*Sevebierget*), das ſich von dem Ufer des Nordmeers an, in Oſt-Findmark, Wardöehuus gegen über, bis Röraas und den Femmunds-See ſüdlich zieht, und in dieſer ganzen Ausdehnung, von 70½ bis 63 Grad Breite, die Gränze zwiſchen Norwegen und Schweden macht. Es ſoll dann 16 Meilen weit in weſtlicher Richtung bis Romsdal, auf den Gränzen zwiſchen den Stiftern Drontheim und Chriſtiania fortgehen, und hier nach dem Hofe Dofre, der an der Südſeite im Stifte Chriſtiania liegt, *Dofre Field* genannt werden. Eine zweite Gebirgsreihe, die 12 bis 14 Meilen breit iſt, *Lang-Field* genannt, ſtreicht von hier gerade in ſüdlicher Richtung zwiſchen den Stiftern Bergen und Chriſtiania, bis in den ſüdlichſten Theil Norwegens in Chriſtianſand unter 58° Br. herab. Dofre Field trennt das ſüdliche vom nördlichen, Lang-Field das weſtliche vom öſtlichen Norwegen. Auf einer kleinen gezeichneten Skizze dieſer Gebirgszüge, in dem Briefe des H. von Buch, geht vom Gebirge Seve noch ein Arm hinter dem Femmunds-See in

det, aber wohl viel Fichtenwälder. Oſtwärts, im Innern des Landes, ſind Tannen allgemein. Dieſes iſt keine Wirkung der Temperatur; denn Tannen, wo man ſie im Weſterlande pflanzt, wie bei Voſſevangen oberhalb Bergen, kommen recht gut fort; es iſt daher in der That eine ſonderbare Vertheilung in Bäumen auf 80 deutſche Meilen Länge. Die Seeluft iſt den Bäumen nachtheilig; alle Inſeln am Weſtmeere ſind kahl; ich war auf deren vielen, auf meiner Rückreiſe von Bergen auf dem Meere um Norwegens ſüdlichſtes Cap, nach Chriſtianſand und dann nach Chriſtiania. Auch bei Friedrichshall und bei Friedrichsſtadt

der anfänglichen Richtung fort, und wendet ſich nach Schweden; Dofre Field und Lang-Field hängen auf ihr nicht zuſammen, beide trennt zwiſchen Romsdal und Guldebrandsdalen ein Thal, worin die Romsdals-elv flieſst; endlich ſtreicht nach ihr das Gebirge Lang-Field nicht auf die Südſpitze Norwegens, Lindenäs zu, ſondern gerade auf Chriſtianſand, und endigt ſich in zwei Arme, zwiſchen denen Soeſterdal liegt. Das *Sogne-Fiord* und das *Hardanger-Fiord* ſammt dem damit zuſammen hängenden *Söe-Fiord* endigen ſich hart am weſtlichen Abhange dieſes Gebirges; *Joſterdal* liegt zwiſchen dem Hauptgebirge und einem weſtlicher liegenden, davon abgehenden Arme; *Sule Tind* ſteht im Gebirgszuge zwiſchen beiden Fiord; und zwiſchen *Folge Fonden Field* und dem Gebirgszuge befindet ſich der Söe-Fiord, woran Odde liegt.

Gilb.

darf man nur erſt an Bäume denken, 4, auch wohl 6 Meilen von der See. Man ſchreibt dies der Salzluft zu; die Weſtſtürme mögen doch wohl mehr Antheil daran haben.

Es giebt im ſüdlichen Theile von Norwegen, (bis Drontheim hinauf,) vorzüglich drei ſehr ausgedehnte Stellen, die mit Schnee bedeckt ſind und von denen *Gletſcher* herab gehen. Die Lage dieſer drei Punkte iſt ſonderbar: *Snehättan* auf Dofre-Field iſt der letzte Abſturz in der Richtung des Gebirges; der äuſserſte Punkt. An andern Stellen iſt dort von ewigem Schnee nicht die Rede; Schneeflecke giebts wohl. Dann hört das Gebirge plötzlich auf; von Romsdal nach Guldbrandsdalen hat man kaum 1600 Fuſs hoch zu ſteigen. Von dort aus aber fällt Stor-Fieldet nicht wieder ſo tief. Doch überall auf der Länge ſind keine Gletſcher, oder doch nur, wie man ſie bei Airolo ſieht, an den Bergen, die dem Gotthard gegen über ſtehn. Aber die hohen *Joſterdaler Berge*, (wo ich war,) ſind ganz vom Hauptgebirge getrennt, und in Joſterdalen gehen meilenlange Gletſcher herunter; prächtige Maſſen, wie der Rhone-Gletſcher und der Glacier des Bois. Dieſe Joſterdals Gletſcher, (Bräer im Lande genannt,) ſind auch, zum wenigſten im Bergenſtift, ſehr bekannt; ich habe Zeichnungen davon. *Folge Fonden* liegt noch mehr abgeſondert zwiſchen Hardanger Fiord und Söe Fiord. Von Odde nach Hakre ſteigt man nicht über 500 Fuſs. — Die Weſtſeite dieſes Ge-

birges, das doch faſt überall ſich in einer Höhe zwiſchen 4000 und 5000 Fuſs erhält, hat eine auffallende Aehnlichkeit mit der Südſeite der Alpen. Eben die tiefen Thäler; und denkt man ſich die Thäler von Domo Doſſola und Chiavenna und die Levantine mit Waſſer angefüllt, ſo hat man daſſelbe, was hier die Fiorde ſind.

Im *Nordlande* iſt auch nicht das ganze Gränzgebirge mit *Schnee* bedeckt, ſondern ſind es nur einzelne Punkte. Vor *Salten* unter dem Polarkreiſe giebt es wenig Gletſcher. Dort fängt aber eine Reihe von Schneebergen an, mit dem ſüdlichen *Sulitjelma*, die bis zum *Ridatjok* über 68° fortgehn. Die beiden bedeutendſten Berge unter dieſen Schneebergen ſind *Tulpajäknu* zwiſchen Quikjock in Schweden und Folden Fiord; und *Lemavardo* am Urſprung des Luleå Träsk; beide ſind ihrer Gletſcher wegen bekannt; beide hoffe ich zu beſteigen. Am Torneå Träsk ſind noch einige Schneeberge und über dem Longen-Fiord gen Alten hin; dann aber befinden ſich keine mehr in der Kette. Am weiſsen Meere und zwiſchen Finnland und Sawolax ſcheint es, gehe, ungeachtet der niedrigen Temperatur, das Gebirge doch nirgends bis zur Schneegränze herauf. Ramond hat geäuſsert, er zweifle an Gletſchern in hohen Breiten, weil dort nie genug Schnee ſchmelzen könne, um Gletſcher zu bilden; dieſes iſt aber eine zu arge Vorſtellung von Lapplands Kälte: — oder vielmehr von der von Findmarken;

denn ſo nennt man hier allgemein Lappland, ſo wie die Lappen, Finner, und die eigentlichen Finnländer, Quäner. Eine Menge von den letztern, durch Czar Peter's Kriege vertrieben, wohnen jetzt an Lapplands Seeküſten und bauen das Land. In *Alten* unter 71° Breite wächſt Fichten-Waldung nicht als Seltenheit hier und da, ſondern zum Bedarf der Einwohner zu Blockhäuſern, zu Booten und zum Brennen; das iſt alſo ungefähr, als lebte man in Chamouny! — Zwiſchen *Alten* und der Stadt *Hammerfeſt*, der nördlichſten Stadt in der Welt, liegt eine Inſel, *Sejlandt*, welche bis in die ewige Eis-Region aufſteigt; da will ich hin. So wird eine ganze Reihe über Temperatur-Abnahmen beendigt werden, und ſie ſoll wohl Früchte tragen, wenn geſchickte Hände ſich ihrer annehmen.

Ich habe in Bergenſtift unglaublich vom *Regen* ausgeſtanden. Die Stadt Bergen iſt auch des Regens wegen bekannt. Der Rector Ahrentz in Bergen hat mir Beobachtungen über die daſige Regenmenge gegeben, die er mit Sorgfalt angeſtellt hat. Sie ſtehen ſchon in *Copenh. Selskabs Skrifter, XI Bind.* Die Beobachtungen verdienen gekannt zu ſeyn. Es fiel

im Jahr:	1765;	1766;	1767;	1768;	1769;	1770;
Regen:	64",58;	76",3;	91",65;	58",66;	69",3;	63",8;

im Mittel alſo im Jahre 70",48 pariſ. Regen.

Dieſes überſteigt faſt die Tropenklimate. In Guayaquil fallen, nach H. v. Humboldt, auch nicht mehr als 90 Zoll. Etwas ähnliches in Europa iſt

mir nicht bekannt. In Franecker fallen 28″,5 par., an Englands Weſtküſte in Kendal 60″,5 par., und am Miſſiſippi in 31° 28′ Breite 40″,14 par. Allein dieſe Menge Regen iſt auf einen kleinen Raum um *Bergen* beſchränkt; drei Meilen davon regnet es weniger, obſchon, wie natürlich, an der Weſtküſte von Norwegen überhaupt mehr, als in andern Ländern.

Es ſind in dieſem einfachen Phänomene des Regens Geheimniſſe verborgen, von denen wir, denke ich, recht groſse Aufſchlüſſe in der Meteorologie erwarten könnten, wenn ſie enthüllt würden. Daſs der Regen ſo *nahe am Boden* ſich ſo unverhältniſsmäſsig vermehrt, ſcheint ganz unerklärbar. Hr. Bugge in Copenhagen ſetzte ein Hyetometer in ſeinen Garten, 50 Fuſs von Häuſern und Bäumen entfernt, ein anderes auf das Obſervatorium, 120 Fuſs höher. Auf einem pariſer Quadratfuſs fing er auf

	Im Garten.	Auf dem Obſervat.	
1783 in 7 Monaten	1250	951	pariſ. Kubikzoll
1784 im ganzen Jahr	2468	2104	
1785 — — —	2804	2274	
1786 — — —	2671	1912	
1787 — — —	2985	2193	
1788 in 6 Monaten	944	630	

S. *Nye Samling af Klöbenhavn Vidensk. Selskabs Skrifter, Bind II*, 227.

Daraus ſchlieſst Bugge, daſs man den Beobachtungen auf dem Obſervatorio, wo ſie gewöhnlich geſchehen, immer $\frac{1}{3}$ zuſetzen müſſe, um ſie auf den

Boden zu reduciren. Er greift nach Erklärungen von beſchleunigtem Falle der Tropfen, dann von electriſcher Abſtoſsung in der Höhe; das alles will theils nicht ausreichen, theils iſt es unbefriedigend. Heberden's Erfahrungen ſtanden bisher als eine Curioſität in den Lehrbüchern; möchten ſie es doch nicht länger bleiben! Wie leicht iſt der Verſuch nicht zu machen, z. B. in Berlin auf dem Obſervatorio und in einem Garten! Wie iſt das Verhältniſs in verſchiedenen Höhen? Wie bei verſchiedenen Temperaturen? Wie auf Bergen, die unmittelbar über der Ebene ſtehen? — Ich habe den Pred. Herzberg dringend aufgefordert, darüber Erfahrungen zu ſammeln. Er hat dieſes mit Eifer ergriffen, und will ſogleich im Frühjahr einen Regenmeſſer auf den Gipfel des Revilds Eggen, und mehrere am Abhange herunter aufrichten. Die ſenkrechte Höhe dieſes Berges über dem Söe Fiord, an deſſen Ufer er wohnt, haben wir zuſammen im vorigen Herbſte 4220 Fuſs gefunden, und doch iſt der Gipfel nicht $\frac{1}{4}$ Meile in der Grundfläche vom Meere entfernt.

An der ganzen Weſtküſte von Norwegen kennt man kein *Gewitter* im Sommer; ſie kommen alle im Winter, und mit Weſtſtürmen. Sie ſind ſtark auf den Inſeln, welche das Meer unmittelbar berühren; im Innern der Fiorde ſind ſie ſchwächer. Iſt die Urſache dieſer Gewitter nicht offenbar der Waſſerdampf, der ſeine hohe Temperatur, mit welcher er von temperirten Climaten her das Land erreicht,

erreicht, über dem kältern Lande verliert und nun als Wolken hervor tritt; dadurch wird im Winter die Electricität ſo ſchnell entbunden; im Sommer iſt dieſe Temperaturdifferenz nicht vorhanden. Ich habe doch in Ulensvang, (in Hardanger in 60° Breite am Söe Fiord,) ein Gewitter geſehen; es waren einige Schläge, und die Wolken zogen hoch über Folge-Fonden hin, alſo wohl 6000 Fuſs hoch, und das noch im October!! Dieſes Gewitter war auf Bommel Ö und in Quindherred fürchterlich geweſen. Der Dampf war dort hervor getreten.

Der vortreffliche Bugge war faſt unzufrieden, als ich ihm ſagte, Pilgram in Wien wolle aus Copenhagener Beobachtungen erweiſen, daſs der mittlere Barometerſtand am Sunde nur 28 Z. 1 Lin. ſey. Er hat mir einen Auszug aus der langen Reihe der Beobachtungen auf der Copenhagener Sternwarte, mit correſpondirenden Inſtrumenten, mitgetheilt. Nach dieſem war der Mittelſtand

von	1768 — 1778	28 Zoll		
	1778 — 1788	28 —	0,9	Lin. pariſ.
	1788 — 1798	28 —	1	
Aeltere:	1750 — 1756	28 —	0,1	
	1756 — 1760	28 —	0,7	
	1760 — 1765	28 —	1	
	1765 — 1768	28 —	0,2	
	Mittel	28 —	0,55	

Hierzu Höhe des Obſervatoriums über dem Meere 132 rheinl. Fuſs 1,66 Lin.

Mittlere Barometerhöhe 28 Zoll 2,21 Lin.

Deux années d'obſervations ne peuvent ſuffire, ſagt Bugge, *pour déterminer la hauteur moyenne du baromètre. On a vu cette hauteur moyenne ſ'arreter à l'Obſervatoire à* 27 *p.* 11,5 *lin. en* 1751, 55, 65, 70, 75, 89, *et dans les années* 1761, 62, 66, 90, 93, 95, 96, *on l'a obſervée à* 28 *p.* 1,2 *lin.*

Hrn. Herzberg's Beobachtungen am Hardanger Fiord bei Bergen ſind genau, ſeine Barometer gut, ſein pariſer Maaſs gut. Nach dieſen war die mittlere Barometerhöhe im Jahr

	1798	27	Zoll	9,6 Lin.
	1799	28	—	0,2
	1800	27	—	10,1
	1801	27	—	11,5
	1802	27	—	10,7
	1803	27	—	11,9
		27	—	10,82
Hierzu für 68 Fuſs Erhöhung über dem Meere				0,8
		27	Z.	11,63 Lin.
	1804	27″	—	11‴,8
	1805	27	—	11, 9
	1806	27	—	11, 6
		27	—	11,76
Für 24 Fuſs Erhöhung		—	—	0,3
		28	Zoll	0,06 Lin.
Mittel in 9 Jahren		27	Zoll	11,85 Lin.

Van Swinden ſagt in ſeinen *Poſit. phyſ.*, Pars 2, der mittlere Stand des Barometers ſey von 1735 bis 1780 bei Haarlem beobachtet worden auf 28 Zoll 0,356 Lin., und in Franecker in 10 Jahren auf 28 Zoll 0,756 Lin.; und das will er als den

mittlern Barometerſtand am Meere angeſehn wiſſen. Nach Dalton's fünfjährigen Beobachtungen war in Kendal, in Lancaſhire, die mittlere Höhe des Barometers auf den Meeresſpiegel reducirt 28 Zoll 0,235 Lin. Es iſt gar wohl möglich, daſs über dem atlantiſchen Meere und deſſen Küſtenländern die Atmoſphäre im Mittel weit niedriger iſt als über dem feſten Lande, wegen ſtets darüber hinlaufender Süd- und Weſtwinde, die wärmen. Petersburg und Archangel haben beträchtliche mittlere Barometerhöhen; deswegen ſteht doch die Oſtſee und die weiſse See im Gleichgewicht mit der Nordſee, oder der Weſtſee, wie man hier ſagt. Im adriatiſchen Meere iſt die mittlere Höhe 28 Z. 2 Lin. ſo gut erwieſen, als hier kaum 28 Zoll. Die ganze Luftſäule über dem atlantiſchen Meere bildet eine Furche in der Atmoſphäre. Die Sache der mittlern Höhe ſcheint daher nichts weniger, als abgemacht, und in vieler Hinſicht der Unterſuchung werth zu ſeyn. *)

*) „Die Sache wegen der mittlern Barometerhöhe am Meere iſt von Wichtigkeit:“ ſo urtheilt Hr. von Humboldt in dem Briefe an mich, mit dem er dieſes Schreiben ſeines Freundes des Herrn von Buch begleitet; und wen würde der Leſer über einen Gegenſtand dieſer Art lieber hören, als ihn? — „Wo conſtante warme Winde wehen, kann allerdings das Barometer im Ganzen genommen niedriger ſtehen, als wo dieſes nicht der Fall iſt; z. B. da, wo es über unſerm Haupte einen ähnlichen Strom, (Fluſs warmer

Nehmen Sie dieſe Nachrichten, wenn Sie Ihnen intereſſant genug ſcheinen, als ein Zeichen meiner Anhänglichkeit und Zuneigung auf. Vermag ich doch nicht, ſie Ihnen auf andere Art zu beweiſen, und nie ſo ſehr, als ich wünſchte. Meine Adreſſe iſt hier, bei dem General-Lieutenant v. Wackenitz. Verſagen Sie mir nicht einige Zeilen. *Leopold von Buch.*

Luft,) geben ſollte, wie der Gulphſtream im atlantiſchen Oceane. Eine eigentliche *Furche* iſt des Gleichgewichts wegen unmöglich. Aber — ich fürchte, daſs die Verſchiedenheiten in der Barometer-Conſtruction mit Einfluſs haben, da es hier auf abſolute Höhen ankömmt. Ob es ein Heber- oder Gefäſs-Barometer iſt, die Weite der Röhre, das ſpecif. Gewicht des Queckſilbers, die Güte des Auskochens, das Maaſs u. ſ. f.; die mittlere Temperatur, auf die man die Barometerhöhe reducirt, die Stunden, an welchen man beobachtet; alles das kömmt hierbei in Betrachtung. Sollten ſo z. B. an einem Orte alle ſehr niedrige Barometerſtände zwiſchen 2 und 4 Uhr Nachmittags eintreten, und man beobachtete nie in dieſer Zeit, ſo erhielte man die mittlere Barometerhöhe zu groſs. Darin liegt viel Unbeſtimmtes. Wunderbar iſt es indeſs doch immer, daſs an Orten, wo man genau beobachtet, die mittlern jährlichen Barometerhöhen in 9 Jahren nicht um mehr als 1 Linie variirten. Ich lege Ihnen das Blatt Genfer Beobachtungen bei, damit Sie ſich ſelbſt davon überzeugen können." So weit Hr. von Humboldt. Dieſe Beobachtungen künftig. *Gilb.*

VI.

AUSZUG AUS EINEM BRIEFE

von

Herrn Rich. Chenevix,

Esq., Mitgl. d. Londn. u. Dubl. Soc.,

an den Prof. Gilbert.

München im Oct. 1806.

Ich bin Ihnen ſehr verpflichtet für die Art, wie Sie bei meinem Bemühen, Thorheiten in den Wiſſenſchaften zu rügen, mir behülflich geweſen ſind; und ich rechne auf Sie auch für die Zukunft. Nicht daſs ich mit irgend jemand und am allerwenigſten mit den Tranſcendentaliſten einen litterăriſchen Krieg zu führen gedenke; nur auf einige Streifzüge durch das Reich der Phantome iſt es abgeſehn.

Zu der Zeit, als Sie mir die Ehre erzeigt haben, meine verſchiednen Aufſätze über Gegenſtände dieſer Art zu überſetzen, *) dachte ich

*) Kritiſche Bemerkungen, Gegenſtände der Naturlehre betreffend, geſchrieben während ſeines Aufenthalts in Deutſchland, von Richard Chenevix. Deutſch bearbeitet, und mit einigen Zuſätzen von L. W. Gilbert, Halle 1805, 86 S. 8. Einzeln abgedruckt aus dieſen Annal., XX, (1805, St. 8,) 417. *Gilb.*

nicht, daſs ich je wieder ähnliche würde ſchreiben können. Ich habe ſeit einem Jahre zu Lande und zu Waſſer alles mögliche Miſsgeſchick erlitten. Auf meiner Reiſe durch Ungarn traf ich in *Temeswar* mit dem Ritter D'Ocariz zuſammen, der als ſpaniſcher Geſandter nach Conſtantinopel ging, und den ich von Paris her kannte. Ich benutzte dieſe Gelegenheit, Conſtantinopel zu ſehen, um ſo lieber, da ich, der Jahrszeit nach, einen Monat dort hätte zubringen, und doch noch zeitig genug nach Ungarn zurück kommen können, um alles zu ſehen, was ich wünſchte, und dann den Winter in Wien zu verleben. Das Schickſal hatte es indeſs anders beſchloſſen. In einem bulgariſchen Dorfe, *Sumlow*, das zwiſchen *Rusz-czuk* und *Warna* liegt, fanden wir uns unſerer 17 krank, und darunter auch Hr. D'Ocariz. Wir lieſsen den berühmteſten Arzt hohlen; es war ein ſehr gelehrter Jude und Arzt des ſchrecklichen Terſenigli. Salz zum Purgiren hatte er nicht, er wollte uns aber Pillen geben, die wir nicht mochten. Da indeſs unſer Uebelbefinden zunahm, und die Leute des Landes uns verſicherten, ſie nähmen ſeit undenklicher Zeit kein anderes Mittel gegen Alles, lieſsen wir uns endlich überreden. Ihre purgirende Wirkung war ſchrecklich; am Abend fiel ich in ein Fieber mit heftigem Phantaſiren, welches die folgenden Tage hier anhielt. Herrn D'Ocariz warf ein andres Mittel augenblicklich in die gröſste Schwäche, und

er ſtarb am achten Tage, den 27ſten Sept. 1805, zu Warna, in einem Zimmer, welches von dem meinigen nur durch eine halb offne Bretterwand getrennt war. Von dem Augenblicke an lag ich ohne Bewuſstſeyn. Ein Bedienter, der öſtreichiſcher Compagnie - Chirurgus geweſen war, gab mir in dieſem hoffnungsloſen Zuſtande Kampher; dieſer bewirkte zwar eine günſtige Criſis, meine Schwäche blieb aber ſo groſs, daſs, als ich, um die übrigen nicht länger aufzuhalten, mich am eilften Tage unter dem gröſsten Leiden auf das Schiff tragen lieſs, ich jeden Augenblick den Tod erwartete.

Wir hatten drei Schiffe; das unſrige war ¾ St. zurück, als wir nach einer Fahrt von 18 Stunden den Eingang des Bosporus entdeckten. Wir ſahen die beiden vordern Schiffe einlaufen; in demſelben Augenblicke aber trat zwiſchen uns und das Land eine Wolke, gerade ſo, als wenn man auf dem Theater den Vorhang herab läſst, und ein fürchterlicher Wind trieb uns in das offne Meer zurück, wo wir als ein Spiel der Wellen umher getrieben wurden. Denn weder die Türken noch die Griechen verſtehen die Schifffahrt; ſie fingen an zu beten und zu weinen; ihre Bouſſole befand ſich in der Nähe von Eiſen, und ſie wuſsten nicht ſich ihrer zu bedienen. Wir waren in einer ſchrecklichen Lage, als wir uns am andern Tage an der aſiatiſchen Küſte der Stadt *He-*

raklea gegen über befanden. *) Selbſt noch, als wir in den Hafen einliefen, ſtieſsen wir gegen die andern Schiffe, riſſen Maſten und Segel ab, und verloren zwei von unſerm Gefolge, welche ein Schiff mit fortnahm, das durch uns losgeriſſen und ins offne Meer getrieben wurde. Wir fanden endlich gegen das ſchreckliche Wetter in der griechiſchen Kirche Schutz, und bei dem Popen ein Nachtlager. Es gab hier kein anderes Trinkwaſſer, als purgirendes, und dieſes griff mich bei meiner Schwäche ſo gewaltig an, daſs ich zwei Tage ohne Lebenszeichen lag, und daſs man mich völlig aufgab. Erſt nach neun Tagen konnten wir uns wieder einſchiffen, um die reitzenden Gefilde von Heraklea zu verlaſſen, die mit allen den duftenden Blumen bedeckt ſind, welche Milton im glücklichen Arabien ſucht, und deren Früchte alle andere übertreffen.

Wir gelangten zum zweiten Mahl bis an den Eingang des Bosporus; zum zweiten Mahle trieb uns der Sturm zurück, und wir blieben vier Tage lang ein Spiel aller Winde. Die ſechs Pferde der Geſandtin, welche ſich am Bord befanden, wurden dabei ſo unbändig, daſs wir befürchten muſsten, das Schiff werde ihnen nicht lange widerſtehen können, und doch hätten wir nichts, weder um ſie zu tödten, noch um ſie über Bord zu werfen; alle Lebensmittel und alles

*) Oder *Eregli* im Innern eines Meerbuſens, 3° öſtl. von Conſtantinopel. *Gilb.*

Waſſer waren aufgezehrt; der Kapitän wuſste nicht, wo er war, und getraute ſich nicht, während des Sturms ſich dem Lande zu nähern. Wir zogen indeſs jede andere Gefahr dem gewiſſen Untergange vor, der uns vor Augen ſchwebte, und nöthigten ihn, auf die Küſte zu laufen; und das zu unſerm groſsen Glück, denn wir hatten nur eben noch Zeit, uns auf die Felſen zu retten, und das an demſelben *Heraklea*, das wir vier Tage zuvor verlaſſen hatten, und das nicht von Einem der Matroſen war wieder erkannt worden. Nach ſo vieler überſtandner Noth befanden wir uns bei den gebratnen Kaſtanien, den Waſſerſuppen und dem elenden Trinkwaſſer unſers guten Popen ſehr glücklich.

Der Landweg von Heraklea nach Conſtantinopel war durch Räuberbanden allzu unſicher, und in unſerm vorigen Schiffe lieſs ſich die Reiſe nicht fortſetzen. Wir nahmen daher kleinere Schiffe, die gerudert wurden, um dicht an der Küſte hin zu fahren. Am zweiten Tage nach unſerer Abfahrt wurden wir bei *Zaharia*, einem wüſten und ruinirten Dorfe, an das Land geworfen. Einer unſrer Leute entdeckte hier ein Complot, welches Räuber gemacht hatten, uns zu ermorden, und die Wachſamkeit des Aga rettete uns. Zum vierten Mahle erlitten wir Schiffbruch zu *Chila*, 8 Stunden von dem Eingange in den Bosporus. Endlich gelangten wir am 29ſten Oct. 1805 nach Conſtantinopel.

Was ich dieſe 27 Tage über gelitten habe,

überſteigt alle Vorſtellung. Es blieb mir acht Monate über eine ſolche Schwäche der Eingeweide, daſs ich täglich zwölf Mahl und mehr laxiren muſste, und mich nicht aufrecht erhalten konnte, und ich verfiel in ein intermittirendes Fieber, das eilf Monate anhielt, und wovon ich faſt alle Varietäten gehabt habe, unter andern die *tertiana ſoporoſa*, von der ein Anfall 18, und ein anderer 15 Stunden dauerte. Erſt nachdem ich durch Ungarn nach Wien zurück gekommen war, erlangte ich meine Geſundheit wieder. Kurze Zeit nach unſerer Ankunft in Conſtantinopel ſtarb ein Kutſcher des Hrn. D'Ocariz an den Folgen deſſelben Vorfalls. Herr D'Ocariz war der tugendhafteſte Diplomatiker ſeiner Zeit. Nichts läſst ſich mit ſeinem Betragen bei dem Prozeſſe und nach dem Tode des unglücklichen Ludwigs des Sechzehnten vergleichen. Beim Sterben trug er mir auf, ſeine Gemahlin nicht eher, als wenn ſie an völlig ſicherm Orte ſeyn würde, zu verlaſſen, und aus dieſem Grunde werde ich ſie über Paris nach Madrit begleiten.

Während ich in der Türkei war, und für todt gehalten wurde, hat man mir in Deutſchland auf eine beleidigende Weiſe den Krieg gemacht, und nur Sie haben mich vertheidigt...... Sehen Sie ſich vor, mein werthester Herr, daſs man nicht in dieſer Welt einen negativen Menſchen ſuche und in Ihre Nähe führe, um Sie beide mit einander verſchwinden zu machen, wie man das mit

dem + und — thut, und wie es die Tranſcendentaliſten mit der geſammten Materie thun zu können behaupten. Iſt ihr Syſtem des Dualismus wahr, ſo müſſen wir in der That alle für uns fürchten; denn wahrſcheinlich werden ſie in ihrem Syſteme den Tranſcendentaliſten ausſchlieſslich das Vermögen vorbehalten, die poſitiven und die negativen Menſchen zu erkennen, und ſo einen mit dem andern bis auf die letzte Spur auszurotten. Hoffentlich wird es wenigſtens im Paradieſe keine poſitiven und negativen Seelen geben; die Engel, welche aus der tranſcendentalen Schule kommen, möchten uns ſonſt wohl gar unſre Rechte an die ewige Seligkeit escamotiren.

In einer Abhandlung über einige mineralogiſche Gegenſtände habe ich die Syſteme der Herren Werner und Hauy mit einander verglichen, und ich geſtehe Ihnen, ich bin für das letztere. Daſs man in Sachſen wünſche, die Mineralogie ſo gelehrt zu ſehen, wie ſie der Bergmann braucht, iſt ſehr natürlich; dieſes führt aber zu einem methodiſirten Empirismus, der nicht die Wiſſenſchaft iſt. Für den Bergmann iſt die Methode Hauy's nicht; warum will man aber dem Naturforſcher die Mittel entziehen, auf ſeinem Zimmer unſere Kenntniſſe zu fixiren? In der Wiſſenſchaft iſt es mehr werth, ſicher, als ſchnell zu beſtimmen. — —

VII.
AUSZUG AUS EINIGEN BRIEFEN des Herrn Prof. Maréchaux.

München den 25. Jan. 1807.

Die Verſuche, welche ich Ihnen über meine ſo genannte trockne Säule zugeſchickt habe, ſind alſo in den Kriegsunruhen verloren gegangen. Sie ſollten gegen die galvani'ſche Geſellſchaft in Paris beweiſen, daſs dieſe Säule dem Waſſer allein ihre Thätigkeit verdanke. Auf den ähnlichen Aufſatz unſers gemeinſchaftlichen Freundes Erman, haben Sie meine Erwartung geſpannt; ich will gern von ihm Belehrung annehmen. Es war endlich Zeit, daſs ſeine Verdienſte um die Lehre von der Electricität ein Mahl recht laut anerkannt wurden, und ich glaube nicht, daſs ein Phyſiker neben ihm auftreten kann, der den Pariſer Preis ſo ſehr verdient hätte, als er. . . . . .

Herr Akademicus Ritter hat hier eine Arbeit übernommen, von der man die Früchte mit Ungeduld erwartet. Sie betrifft etwas, das ich nicht bezeichnen kann, weil ich es nicht kenne, und das, wie es ſcheint, auf ſo etwas wie thieriſcher Magnetismus hinaus kömmt. Campetti, ein Italiäner, den Hr. Ritter hierher geführt hat, nachdem er ſich an Ort und Stelle von deſſen wunderbaren Fähigkeiten überzeugt zu haben glaubte, iſt der Gegenſtand ſei-

ner Verſuche. Seine Abſicht ſcheint zu ſeyn, uns mit Einem Mahle durch die Reſultate zu überraſchen; es ſind nur ſehr wenige, mit denen er die Kräfte dieſes Campetti abwägt, und ich bin dabei noch nicht zugegen geweſen. Es gehört in der That viel Muth dazu, ſich mit einem Gegenſtande dieſer Art von neuem zu beſchäftigen; daſs ich ihn nicht gehabt hätte, geſtehe ich gern. Campetti ſoll ein zweiter Bench, und noch empfindlicher, (verzeihen Sie, wenn ich wie von einem Electrometer ſpreche,) als der Abt Fortis ſeyn, von dem man doch ſagt, daſs er in dieſer Kunſt ſtark ſey.

Hr. Ritter hat bei Volta einen Beſuch abgeſtattet. Dieſer vortreffliche Phyſiker bereitet eine Arbeit vor, welche Coulomb's Verſuche entkräften, und deſſen Geſetz umſtoſsen ſoll, daſs electriſche Anziehung und Abſtoſsung zunehmen, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen. Nach Volta ſtehn beide im umgekehrten einfachen Verhältniſſe der Entfernungen; und dieſes hofft er durch electrophoriſche Verſuche zu beweiſen; eine Arbeit, auf die jeder begierig ſeyn muſs.

Man ſcheint die Abſicht zu haben, zu verſuchen, ob Ihre ſchätzbaren Annalen der Phyſik nicht möchten zu verdrängen ſeyn. Den Geiſt, der in denſelben herrſcht, wird man indeſs ſo leicht nicht aufzufaſſen wiſſen, und ſchon dieſes ſcheint mir die ungeſtörte Fortdauer derſelben zu verbürgen.*)

*) Es wird hinreichend ſeyn, hierbei den Leſer auf die Vorrede zu Band 24 zu verweiſen. *Gilb.*

München den 8ten März.

— — Die Herren Franz Bader, Schelling und Ritter arbeiten, ſo heiſst es, gemeinſchaftlich, um die Kräfte des Campetti zu erforſchen; von den als Phyſikern und Chemikern hier angeſtellten Männern iſt bis jetzt niemand zu den Verſuchen zugezogen worden, weder Sömmering, noch von Moll, noch Imhoff, noch Juch, noch ich; wohl aber andere, die gerade nicht in dieſe Wiſſenſchaften eingeweiht ſind. Ich für meinen Theil glaube, daſs Hr. Ritter entweder die Abſicht hat, uns durch die unerwartetſten Reſultate zu überraſchen, oder, falls die Verſuche anders ausfallen ſollten, als er hofft, uns den ungünſtigen Urtheilen des Publicums nicht auszuſetzen. Einer meiner Freunde erzählt mir, Herr Schelling habe in ſeiner Gegenwart Verſuche angeſtellt, die ſehr auffallend wären: mathematiſche Figuren, die er auf die Spitze ſeines Fingers ſtellte, bewegten ſich darauf, bis ſie ihren wahren Meridian fanden. Sie ſehn, die Wunder vervielfältigen ſich um uns; nachdem man ſie aus der Theologie verbannt hat, flüchten ſie ſich unter den Schutz der Philoſophie.

München den 28ſten März.

Sie bekommen hierbei das Reſultat meiner Verſuche über die Nothwendigkeit der Feuchtigkeit, als dritten Elementes der Voltaiſchen Säule. Campetti iſt noch immer hier; von den mit ihm

angeſtellten Verſuchen hört man nichts; nur „daſs er durch ein mäſsiges keuſches Leben ſeine Kraft wohl bewahren müſſe," und daſs er ſich oft irre, wenn er die Art der Metalle errathen will. Auch vereinigen ſich jetzt mehrere in der Ausſage, man finde in dieſen Verſuchen nichts conſtantes. Der thieriſche Magnetismus ſoll auch durch andere Körper hindurch wirken, z. B. durch Tiſchplatten. Und, merken Sie ſich: Wenn Sie einen Ring oder Würfel an einem Zwirnsfaden über einem runden Stück Metall ſchwebend halten, ſo ſchwingt er im Kreiſe; wenn dagegen viele Metallſcheiben der Länge nach an einander gereiht ſind, ſo geſchieht das Schwingen nach der Richtung dieſer Stücke, voraus geſetzt, daſs ſie von Süden nach Norden liegen, oder von Oſten nach Weſten. Und ſo erräth der Ring, *wie* Metallſtücke in einem Tiſchkaſten liegen, wenn man den Ring über der Tiſchplatte ſchwebend hält. — — *)

*) Vor kurzem erhielt ich von einem Freunde ein *Morgenblatt für gebildete Stände* zugeſchickt, worin die Verſuche im Detail beſchrieben werden, welche die hier genannten Herren mit Andacht und Glauben angeſtellt haben. Sie ſind zu merkwürdig, als daſs ich ihnen nicht einen Platz in den Annalen einräumen ſollte; und täuſche ich mich nicht, ſo wird ſich in einem Commentar darthun laſſen, daſs das Ganze ein würdiges Gegenſtück zu der neuen electriſchen Kraft iſt, welche Herr Prof. Schelver vor einigen Jahren entdeckt hat, als er auf bepuderten Glasſcheiben zwiſchen Puder und Glas einen feinen Strahl im Zickzack langſam fortſchreiten und regellos ſich durchkreuzen ſah; (Voigt's

Seit kurzem ſoll man, wie ich höre, anfangen, von der Idee eines thieriſchen Magnetismus zurück zu kommen, und in den Phänomenen bloſse Electricität finden; vielleicht eine günſtige Wendung, der Sache das Wunderbare zu benehmen.

Magazin, B. 4, S. 1, und *Journal par* van Mons, Vol. 1, p. 337, wo Hr. Ober-Bergrath Reil Herrn van Mons unter andern Entdeckungen auch folgende meldet: *En ſaupoudrant un carreau de verre de poudre d'amidon, il ſ'excite un courant lent d'électricité, qui ſe propage pendant pluſieurs jours en parcourant le carreau ſous forme de zigzag;*) — von welcher neuen electriſchen Kraft der Wegebau-Inſpector Hr. Sartorius, ſpäterhin, (*ebend.*, B. 10, S. 454,) darthat, daſs ſie in einer *Milbe* beſtehe, welche den Puder friſst und aufwühlt. *Gilbert.*

VIII.

(*Hamb. Correſp.* 4*ten April* 1807.)

Bremen den 2ten April.

„Am 29ſten März entdeckte Dr. Olbers abermahls einen ſich bewegenden Stern, im nördlichen Flügel der Jungfrau, den man mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit für noch einen neuen, der Ceres, Pallas und Juno ähnlichen *Planeten* halten kann. Es war am 29ſten März 8^u 21′ Ab. mittl. Zeit, die grade Aufſt. 184° 8′, die nördl. Abweich. 11° 47′. Am 1ten Apr. 9^u 50′ Ab., gr. Aufſt. 183° 28′; nördl. Abw. 12° 5′. Im Fernrohre war der neue Planet von einem Fixſterne durch ſein Anſehen nicht zu unterſcheiden; bei recht heiterer Luft und einiger Aufmerkſamkeit erkennt man ihn eben mit bloſsen Augen als einen Stern 5ter bis 6ter Gröſse.“

Druckfehler. S. 172, Zeile 7 von oben, leſe man *Zinnober* ſtatt *Spieſsglas.*

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, VIERTES STÜCK.

I.

Ueber
die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte;
und insbeſondere über das Brechungsvermögen der verſchiedenen Gasarten,

von
den Herren Biot,
Prof. am Coll. de France und Mitglied des National-Inſtituts,
und
Arrago,
Secretär des Längen-Büreau.

Frei bearbeitet und erläutert von Gilbert. *)

Die Verfaſſer zeigen in einigen vorläufigen Betrachtungen, wie vortheilhaft es iſt, wenn man die

*) Nach einem Auszuge, der dem Herausgeber der *Bibliotheque Britannique*, mit welchem Herr Biot in freundſchaftlichen Verhältniſſen ſteht, über-

Grundeigenſchaften der verſchiedenartigen Körper erforſchen will, dieſe Körper im luftförmigen Zuſtande zu unterſuchen. In dieſer Geſtalt erſcheint eine Subſtanz auf die allereinfachſte Weiſe, und iſt Gegenſtand dreier verſchiedener Wiſſenſchaften, der Phyſik, der Chemie und der Aſtronomie.

Es iſt bekannt, daſs das Licht, wenn es aus Einem durchſichtigen Mittel in ein Anderes übergeht, welches in der Dichtigkeit, oder in ſeiner chemiſchen Natur von dem erſtern verſchieden iſt, von ſeinem Wege abgelenkt wird. Man bezeichnet dieſes Phänomen in der Phyſik und in der Aſtronomie mit dem Namen der *Strahlenbrechung (Refraction)*. Newton hat dargethan, daſs dieſe Veränderung in der Richtung des Lichtſtrahls von einer Anziehung herrührt, welche die Körper auf die kleinſten Theilchen des Lichtes äuſsern, und daſs dieſe Anziehung nur in ſehr kleinen Entfernungen wirkt,

ſchickt worden war, und den man im *Mai-* und *Juniusſtück* dieſer Zeitſchrift findet. Dürfte gleich der Phyſiker das ganze Detail der überraſchenden und ſehr wichtigen Verſuche vor Augen zu haben wünſchen, ſo ſcheinen doch die Verfaſſer ſelbſt der Meinung geweſen zu ſeyn, durch die folgende Darſtellung die Freunde der Naturkunde mehr zu intereſſiren. Dieſes, und der Wunſch, den Leſern eine genauere Kenntniſs einer der meiſterhafteſten phyſikaliſchen Arbeiten nicht allzu lange vorzuenthalten, haben mich beſtimmt, die Mittheilung dieſes Auszugs nicht länger in Erwartung des Originals zu verſchieben. *Gilb.*

wodurch ſie den chemiſchen Verwandtſchaften ſich auſserordentlich nähert. Eine der Hauptabſichten der Herren Biot und Arrago bei dieſer ihrer Arbeit ging dahin, zu erforſchen, wie die Ablenkung, welche der Lichtſtrahl durch verſchiedene Gasarten erleidet, mit der chemiſchen Natur dieſer Gasarten zuſammen hängt; ſie hofften, das ſo äuſserſt feine Element werde ihnen als eine Art von Reagens für luftförmige Körper dienen können, iſt anders dieſe Vergleichung mit den Reagentien der Chemiker für Flüſſigkeiten nicht zu grob. Dieſe ſinnreiche Idee iſt durch ihre Behandlung äuſserſt fruchtbar geworden.

Der am längſten bekannte und der intereſſanteſte von allen luftförmigen Körpern iſt unſtreitig der, welcher unter dem Namen der Atmoſphäre die Erdkugel umhüllt, und auf ihrer Oberfläche die Wärme und das Leben zurück hält. Die Ablenkung, welche durch ihn die Strahlen erleiden, iſt von den Phyſikern zuerſt unterſucht worden. Man kann hierzu zwei weſentlich verſchiedene Wege einſchlagen, einen aſtronomiſchen und einen phyſikaliſchen. Der Aſtronom vergleicht den durch die Strahlenbrechung veränderten Ort der Sterne mit ihrem wahren Orte, das heiſst, mit dem, wie die Berechnung ihn für den Augenblick der Beobachtung giebt; der Unterſchied beider iſt die Wirkung der Strahlenbrechung der Atmoſphäre. Der Phyſiker bedient ſich hierzu eines Verfahrens, dem ganz ähnlich, durch das man das Brechungsvermögen

feſter oder tropfbarer Körper zu beſtimmen pflegt: er macht aus ihnen ein Prisma, das heiſst, er begränzt ſie mit ebenen Oberflächen, welche einen bekannten Winkel mit einander machen; ſieht dann durch dieſes Prisma aus Luft nach bekannten Gegenſtänden, und beobachtet die ſcheinbare Verrückung dieſer Gegenſtände, welche daher rührt, daſs die Lichtſtrahlen in das Luft-Prisma unter einem ſchiefen Winkel mit der Oberfläche deſſelben hinein und ſo auch wieder heraus gehn.

Aber wie läſst ſich ein Prisma aus Luft machen?

Gerade ſo, wie man ein Prisma aus einer tropfbaren Flüſſigkeit macht. Es bedarf dazu weiter nichts, als irgend eines hohlen Körpers, der an den Stellen, wo der Lichtſtrahl hinein, und wo er wieder hinaus gehen ſoll, mit zwei ſehr durchſichtigen und völlig ebenen Glasplatten verſehn iſt, die luftdicht ſchlieſsen, und gegen einander unter einem Winkel geneigt ſind, der genau bekannt ſeyn muſs, da er der brechende Winkel des Prisma iſt. Dieſer hohle Körper muſs ſo eingerichtet ſeyn, daſs das, was man in der Phyſik einen luftleeren Raum nennt, ſich darin hervor bringen und erhalten laſſe. Hat man dieſes Prisma vermittelſt der Luftpumpe luftleer gemacht, ſo iſt es nun die äuſsere, das Prisma umgebende und die beiden Glasplatten berührende Luft, welche auf den Lichtſtrahl wie ein Prisma wirkt. Denn den weſentlichen Bedingungen bei der Brechung: Verſchiedenheit der Mittel, durch welche der Lichtſtrahl geht, und Schiefe des Einfalls-

winkels, geſchieht auf gleiche Weiſe Genüge, das hohle Prisma mag luftleer und von Luft umgeben, oder es mag mit Luft gefüllt ſeyn, und ſich im luftleeren Raume befinden. *) Auch finden dieſe Bedingungen Statt, nur auf eine andere Weiſe, wenn die Höhlung mit einem luftförmigen Körper anderer Art, oder mit atmoſphäriſcher Luft in einem andern Zuſtande von Dichtigkeit, als die äuſsere Luft, angefüllt iſt.

Schon Hawksbee war durch Newton auf Verſuche dieſer Art geführt worden. Da indeſs das Prisma dieſes Phyſikers einen zu kleinen brechenden Winkel hatte, und da die Mittel, welche man damahls kannte, den Sehewinkel von Gegenſtänden zu meſſen, ſehr weit von dem Grade von Genauigkeit entfernt waren, der ſich jetzt erreichen läſst, ſo verdienten dieſe Unterſuchungen wieder aufgenommen zu werden; und ſchwerlich konnten ſie geſchicktern Händen anvertraut werden. **)

*) Hierüber mehreres in einer der folgenden Anmerkungen. *Gilb.*

**) Hier, was von dieſen Verſuchen Hawksbee's Smith im *Lehrbegriffe der Optik von* Käſtner, S. 439, und Prieſtley in der *Geſchichte der Optik*, überſ. von Klügel, Th. 1, S. 126, erzählen. Hawksbee ſtellte dieſe Verſuche in London, im Jahre 1708, zu Folge eines Auftrags der londner Societät der Wiſſenſchaften, nach der Anweiſung Halley's an. Er verfertigte dazu ein hohles Pris-

Auf den Vorſchlag des Herrn De La Place trug ſie das National-Inſtitut einem ſeiner Mitglie-

ma aus ſtarkem Meſſing, das an zwei Seiten Nuten hatte, in die ebene Glasplatten eingekittet waren, welche mit einander einen Winkel von 64° machten. An der dritten Seite befand ſich eine Röhre mit einem Hahne, vermöge deren die Luft im Prisma ſich verdünnen und verdichten lieſs: um wie viel, das zeigte eine am Prisma angebrachte Barometerprobe an. Das Prisma lieſs ſich etwas um ſeine Achſe drehen, damit man es ſo ſtellen konnte, daſs die Brechungen an beiden brechenden Flächen gleich wurden, und war an einem 10füſsigen Fernrohre befeſtigt, in deſſen Brennpunkt ſich ein feines horizontal geſpanntes Haar befand. Man ſtellte das Ganze ſo, daſs man einen ſenkrechten, 2588 engl. Fuſs entfernten Gegenſtand durch Prisma und Fernrohr deutlich ſah, und daſs der Strahl, der von einem beſtimmten Zeichen an dieſem Gegenſtande kam, vor und nach der Brechung gleiche Winkel mit den beiden Glasplatten machte, welches, wie bekannt, dann der Fall iſt, wenn der Gegenſtand bei einer kleinen Drehung des Prisma nicht weiter ſteigt oder ſinkt. Während der Verſuche am 15ten Junius alten Stils 1708 ſtand das Barometer auf 29″ 7‴,5 und Hawksbee's Thermometer auf 60°. Zuerſt wurde die Luft möglichſt ausgeleert, das Prisma ſo gerichtet, daſs das Haar im Brennpunkte ein an dem Gegenſtande gemachtes Zeichen bedeckte, und nun der Hahn geöffnet. Während des Einſtrömens der Luft erhob ſich das Zeichen allmählig über das Haar, bis dieſes zuletzt einen $10\frac{1}{4}$ Zoll niedriger liegenden

der auf, und dieſer wählte ſich ſeinen Mitarbeiter ſelbſt. In dem Berichte, den die Herren Biot

Punkt des Gegenſtandes bedeckte, mithin um einen Winkel von 68 Secunden. Bei mehrmahliger Wiederhohlung des Verſuchs blieb der Erfolg ganz derſelbe. Als umgekehrt die Luft im Prisma ein Mahl bis zur doppelten, und das zweite Mahl bis zur dreifachen Dichtigkeit comprimirt war, ſank, ſo bald der Hahn geöffnet wurde, das Zeichen, welches man durch das Prisma ſah, unter das Haar herunter, und zwar im erſten Falle ſo tief, daſs das Haar einen Punkt bedeckte, der um 10½, im zweiten Falle um faſt 21 Zoll höher lag. Es nahm alſo das Brechungsvermögen der Luft genau im Verhältniſſe ihrer Dichtigkeit zu. Für den Uebergang der Strahlen aus der atmoſphäriſchen Luft in den luftleeren Raum der Luftpumpe folgte aus dem erſten Verſuche ein Brechungsverhältniſs wie *ſin* 31° 59′ 26″ : *ſin* 32° oder wie 1 : 1,00026. Schon früher, nämlich im Jahre 1698, hatte Lowthorp einen ganz ähnlichen Verſuch, den Prieſtley einen ſehr genauen Verſuch nennt, nur mit dem Unterſchiede angeſtellt, daſs er im Prisma durch Queckſilber eine torricelli'ſche Leere bewirkte, und er beſtimmte daraus jenes Verhältniſs auf 1 : 1,00036, (*Philoſoph. Transact.*, No. 257.) „Der jüngere Caſſini", (erzählt Prieſtley,) war eben gegenwärtig, als Lowthorp dieſen Verſuch vor der königl. Societät machte. Auf ſeinen Bericht davon, wollten Mitglieder der par. Akad. im Jahre 1700 den Verſuch wiederhohlen, konnten ihn aber nicht zu Stande bringen, und dieſes veranlaſste den oben erwähnten Auftrag der londner Societät an Hawksbee,

und Arrago von ihrer Arbeit erſtatten, erkennen ſie es mit Dankbarkeit an, wie groſsen Antheil die ausgezeichneten Verfaſſer der *chemiſchen Statik* und der *himmliſchen Mechanik* an den Reſultaten ihrer Forſchungen haben. „Die Gegenſtände unſerer Unterſuchungen", ſagen ſie, „waren ſchon alle in ihren Werken angezeigt; die mündliche Unterhaltung mit dieſen Gelehrten und ihr Rath haben uns die Mittel verſchafft, die Unterſuchung zu unternehmen und ſie zu beendigen."

Der berühmte Borda hatte ſich mit dieſer Unterſuchung in der letzten Zeit ſeines Lebens beſchäftigt, mit Inſtrumenten, die ihm ſelbſt einen groſsen Theil ihrer Vollkommenheit verdankten. Der Tod überraſchte ihn, ehe er ſeine Arbeit vollenden konnte, und man hat nicht einmahl einige Reſultate derſelben vorgefunden. Aber ſeine Inſtrumente und ſeine Methoden ſind noch vorhanden, und die Herren Biot und Arrago erwählten ſie, ohne Bedenken, vorzugsweiſe, und fügten ihnen das hinzu, was ihre eigne Erfindſamkeit, und was die

und nach glücklicher Ausführung deſſelben einen ähnlichen Auftrag der par. Akad. an den jüngern Deliſle, der den Verſuch nun auch zu Stande brachte, und fand, daſs das Priſma, deſſen man ſich bei den frühern Verſuchen in Paris bedient hatte, und das mit keiner Barometerprobe verſehn war, beim Auspumpen Luft hatte hinein ſchlüpfen laſſen. (*Mém. de l'Acad. de Paris*, A. 1719, p. 88 und 436.) *Gilb.*

neueſten Fortſchritte in der Naturkunde ihnen als Verbeſſerungen an die Hand gaben.

Das Prisma, womit Borda ſeine Verſuche angefangen hatte, behielten ſie gerade ſo bei. Es beſteht aus einer ziemlich dicken Röhre von Meſſing, welche an beiden Enden ſchief abgeſchnitten iſt, nach Richtungen, die ſich durchkreuzen. An dieſen Enden ſind mit vieler Sorgfalt zwei ebene Glasplatten aufgekittet, welche mit einander einen Winkel von 143° 7′ 28″ nach der Sexageſimaltheilung machen; dieſer Winkel iſt durch Methoden gemeſſen worden, die ihn bis auf wenige Secunden genau geben. Die Röhre hat eine ſenkrecht ſtehende Achſe, welche mit einem Hahne verſehn iſt, und läſst ſich vermittelſt derſelben ſo wohl in der Horizontalebene drehen, als auch auf eine Luftpumpe bringen, vermöge deren man die Luft aus dem Innern derſelben auspumpen kann. *) Eine Baro-

*) *Ce tube eſt ſoutenu par un ſupport à robinet au moyen duquel on fait le vide dans ſon intérieur, en l'appliquant à la machine pneumatique*, heiſst es im Originale. Daſs es mit dieſem *Support* die Bewandtniſs haben muſste, welche ich hier davon ausſage, beweiſet das Folgende. Auch erhellt daraus, daſs dieſe Achſe ſo angebracht war, daſs der Apparat nicht ein horizontal liegendes, ſondern ein ſenkrecht ſtehendes Prisma vorſtellte, ſo daſs eine Ebene, welche auf den beiden brechenden Glasplatten ſenkrecht ſtand, eine horizontale Lage hatte. *Gilb.*

meterprobe, die auf der Röhre, im freien Zuſammenhange, mit ihrem Innern ſteht, zeigt den Grad der Luftverdünnung an; dieſer bleibt jede beliebige Zeit über unverändert.

Der Winkel, um welchen dieſes Prisma, nachdem man es möglichſt luftleer gemacht hatte, einen Lichtſtrahl von ſeinem Wege ablenkte, wurde auf folgende Art gemeſſen. Man ſtellte den Apparat an ein Dachfenſter des Pallaſtes des Senats, (dem ehemahligen *Luxembourg*,) und unmittelbar hinter das Prisma wurde ein Vervielfältigungskreis geſtellt, und ſo eingerichtet, daſs man beim Vervielfältigen der Winkel das untere Fernrohr ſtets auf den Blitzableiter der Sternwarte richtete, welche 1400 Mètres entfernt lag. Vor dem obern Fernrohre befand ſich das Prisma, und beide wurden ſo gedreht, daſs durch ſie hindurch genau derſelbe Gegenſtand in der Achſe des Fernrohrs erſchien; der Geſichtsſtrahl, der durch dieſes Fernrohr kam, hatte alſo die ganze Ablenkung durch die Brechung im Prisma erlitten. Man nahm dieſe Winkelgröſse ſehr genau, lieſs dann das Prisma eine halbe Umdrehung um ſeine ſenkrechte Achſe in horizontaler Ebene machen, und beobachtete aufs neue die Ablenkung, die nun durch dieſe Umwendung verdoppelt wurde; ſie war ſo bedeutend, daſs der abgelenkte Lichtſtrahl ſtatt, wie zuvor, von dem einen Ende der Façade der Sternwarte, nun von dem andern Ende derſelben

herzukommen ſchien. *) Dieſer ganze Winkel wurde viel Mahl hinter einander beobachtet, ſo wie es geſchehen muſste, um den eigenthümlichen Vorzug der Vervielfältigungskreiſe zu benutzen, und auf dieſe Art erhielt man vollkommene Genauigkeit. **) Die Veränderungen des Barometerſtan-

*) Durch die halbe Umkehrung des Prisma kam nämlich der brechende Winkel, wenn er bei der erſten Beobachtung rechts lag, jetzt links zu liegen.
Gilb.

**) Der von Borda angegebene und unter deſſen Augen von dem pariſer Künſtler Le Noir zuerſt ausgeführte *Vervielfältigungskreis (cercle repetiteur)* beſteht aus zwei gleichen parallelen Kreiſen, die mit einander nur Ein Stück bilden, das ſich um eine Achſe, welche durch die Mittelpunkte beider geht, in den Ebenen der Kreiſe drehen läſst. Es ruht auf einem Fuſse, den man um ſeine ſtarke ſenkrecht ſtehende Achſe umher drehen kann, und läſst ſich in jede Neigung gegen den Horizont ſtellen. Ueber jedem der beiden Kreiſe dreht ſich, um ſeinen Mittelpunkt, ein Fernrohr. Nur der obere iſt eingetheilt, und nur das Fernrohr deſſelben iſt mit Verniers verſehn; der untere Kreis hat keine Theilung. Beim Beobachten der Ablenkung des Geſichtsſtrahls durch das Prisma iſt man höchſt wahrſcheinlich folgender Maſsen verfahren: [in den erläuternden Figuren auf Taf. IV. ſtellen die beiden Kreiſe das obere, der eine das untere Fernrohr, *P* das Prisma und *G* den Geſichtsſtrahl vor, der nach dem Gewitterableiter geht.] Man ſtellt 1. das obere Fernrohr auf den Nullpunkt, viſirt dann direct nach dem Gewitterableiter, und eben dahin direct

des und des Hygrometerſtandes während des Verſuchs wurden jedes Mahl in Rechnung gebracht.

durch das untere Fernrohr, (Fig. 1;) beide Fernröhre befinden ſich dann in einerlei Vertikalebene. 2. Das Prisma wird ſo in der Höhe des obern Fernrohrs geſtellt, daſs deſſen brechender Winkel links gerichtet iſt, und daſs der Strahl vor und nach der Brechung mit den beiden Glasebenen einen gleichen Winkel macht. Darauf dreht man den Kreis rechts, und viſirt nach dem Gewitterableiter durch das obere Fernrohr und das Prisma, und eben dahin bei unverrückter Lage des Kreiſes direct durch das untere Fernrohr, (Fig. 2.) Da die Materie des Prisma weniger als das umgebende Medium die Strahlen bricht, ſo geſchieht die Ablenkung des Strahls von dem brechenden Winkel abwärts, und daher muſs in dieſer Lage das untere Fernrohr links vom obern ſtehen. Beide Fernröhre machen zwar mit einander den Winkel der Ablenkung, (ou'.) dieſer läſst ſich aber nicht ableſen, da der untere Kreis nicht getheilt iſt. 3. Nun dreht man das Prisma halb um, ſo daſs der brechende Winkel nach der rechten Seite gekehrt iſt; und ſchiebt bei unveränderter Stellung des Kreiſes und des untern Fernrohrs, das obere ſo weit links, bis wieder der Gewitterableiter in demſelben durch das gehörig geſtellte Prisma erſcheint, (Fig. 3.) Der Vernier deſſelben zeigt nun das Doppelte der Ablenkung (oo'.) Das obere Fernrohr wird feſt geſtellt, das Prisma wieder zurück gewendet, und der Kreis rechts gedreht, bis der Gewitterableiter wieder durch das Prisma im obern Fernrohre erſcheint, (Fig. 4;) dann feſt geſtellt;

Die ganze Ablenkung des Lichtſtrahls im Prisma betrug 362″,6. War das Prisma mit gewöhn-

das untere Fernrohr links gedreht und auf den Gewitterableiter gerichtet, (Fig. 5,) das Prisma gewendet, und das obere Fernrohr ſo weit links gedreht, daſs durch daſſelbe der Gewitterableiter wieder in der Achſe erſcheint, (Fig. 6.) Der Vernier deſſelben zeigt nun das Vierfache der Ablenkung, (oo^2.) Und ſo fährt man fort, nimmt das Sechsfache, das Achtfache — — — derſelben, bis man auf dem Kreiſe rings umher gekommen iſt, oder ſonſt die nöthige Vollkommenheit in der Beſtimmung des Ablenkungswinkels erreicht hat. — „Sie werden wahrgenommen haben, welchen Vor„theil mir der Gebrauch eines neuen Inſtruments „gewährt hat, das man in der That wunderbar „nennen kann," ſchrieb Herr Caſſini im Jahre 1792 an Herrn Oberhofmarſchall von Zach, (*Ueber die Borda'ſchen oder Lenoir'ſchen ganzen Kreiſe und ihren Gebrauch von* von Zach, in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, B. 1, S. 450 f.) „Mit einem Kreiſe von 8 Zoll Halbmeſſer laſſen „ſich die Höhen der Sterne und andere Winkel „faſt bis auf 1 Secunde genau finden. Ich verificire „jetzt den ſechsfüſsigen Mauerquadranten durch „ſolche kleine Kreiſe." Auch in Deutſchland werden kleinere Kreiſe dieſer Art mit vieler Vollkommenheit von dem geſchickten Mechanicus Hrn. Mendelsſohn in Berlin, unter den Augen des Freiherrn von Humboldt verfertigt, zu Preiſen, die verhältniſsmäſsig ſehr billig ſind, (*Annalen*, XXIII, 362.) Selbſt Troughton in London hatte ſich endlich entſchloſſen, drei Borda'ſche Ver-

licher Luft gefüllt, die ſich von der äuſsern Luft in nichts unterſchied; ſo blieb kein Grund der Strahlenbrechung durch das Prisma, es ſey denn, daſs die beiden Oberflächen jeder Glasplatte unter einander nicht völlig parallel geweſen wären. In der That entdeckte ſich durch Beobachtungen dieſer Art, daſs ein Fehler wegen des Nicht-Parallelismus der beiden Oberflächen der Glasplatten Statt fand; er hatte indeſs keinen gröſsern Einfluſs als von 16″,6, welches nur $\frac{1}{23}$ſtel der ganzen Ablenkung beträgt. Um dieſe Gröſse war jeder der beobachteten Winkel zu vermehren. *)

vielfältigungskreiſe, mit eignen Verbeſſerungen, zu verfertigen, von denen Herr Freiherr von Humboldt den einen beſitzt, der, wenn ich nicht irre, 10 oder 12 engl. Zoll Halbmeſſer hat. *Gilb.*

*) Wenn der Lichtſtrahl vor und nach der Brechung einerlei Winkel mit den brechenden Flächen des Prisma macht, ($BHG = BIK$, Fig. 7,) ſo läſst ſich das Prisma ein wenig hin und her drehen, ohne daſs dadurch die Ablenkung (A) der beiden Strahlen verändert wird. Hat man daher das Prisma auf die letzte Art geſtellt, ſo findet das erſtere Statt. Dann iſt aber, für den gewöhnlichen Fall, wenn die Ablenkung nach dem brechenden Winkel (B) hinwärts geſchieht, das Brechungsverhältniſs aus dem dünnern in das dichtere Mittel ($n : 1$) gleich $\sin \frac{1}{2}(B + A) : \sin \frac{1}{2} B$. In dem Falle des luftleeren Prisma findet die Ablenkung nach einer entgegen geſetzten Seite Statt, iſt alſo der Ablenkungswinkel, (auf den vorigen Fall bezogen,) ne-

Das Prisma, und was dazu gehört, iſt von Hrn. Fortin gemacht worden; die Verfaſſer rühmen das Verdienſt dieſes vortrefflichen Künſtlers aus voller Ueberzeugung. Der Apparat leiſtete alles, was ſich in Hinſicht auf Bequemlichkeit und auf Genauigkeit nur immer davon erwarten lieſs.

Um das Prisma mit Gas verſchiedener Art zu füllen, war weiter nichts nöthig, als es zuvor auszupumpen, dann das Hahnſtück deſſelben mit einem Behälter in Verbindung zu bringen, worin das Gas ſich in möglichſter Reinheit befand, und den Hahn zu öffnen. Die Barometerprobe verglichen

gativ, und $1 : n = \text{ſin.}\ \frac{1}{2}(B - A) : \text{ſin}\ \frac{1}{2}B$; oder $n = \frac{\text{ſin}\ \frac{1}{2}B}{\text{ſin}\ \frac{1}{2}(B - A)}$: eine Verſchiedenheit, welche auch bei den Verſuchen mit Gasarten eintritt, je nachdem das Gas ſtärker oder ſchwächer bricht, als die umgebende atmoſphäriſche Luft. Nun war bei den Verſuchen der Verfaſſer mit dem luftleeren Prisma der Brechungswinkel 143° 7′ 28″ und der Ablenkungswinkel 6′ 2″,6; folglich entſpricht ihren Verſuchen ein Brechungsverhältniſs aus dem luftleeren Raume in gewöhnliche Luft, von ſin 71° 30′ 42″,7 : ſin 71° 33′ 44″, das iſt, von 1 : 1,00029353. Herr Biot ſetzt es weiterhin um 0,0000014 gröſser; wahrſcheinlich weil das Prisma bei dieſer Ablenkung noch nicht vollkommen luftleer war. Man ſieht hieraus, daſs Hawksbee's Verſuch weit genauer als der Verſuch Lowthorp's war, (S. 351, Anm.,) da jener dieſes Brechungsvermögen bei nicht völlig luftleerem Prisma = 1 : 1,00026, dieſer es = 1 : 1,00036 gegeben hat. *Gilb.*

mit dem Barometerſtande, gab aufs genaueſte das Verhältniſs der Dichtigkeit des luftförmigen Körpers im Innern des Prisma, zu der der umgebenden atmoſphäriſchen Luft.

Bei Verſuchen dieſer Art iſt das ſpecifiſche Gewicht des Gas, womit das Prisma gefüllt wird, ein weſentliches Element. Die Herren Biot und Arago haben daſſelbe auf die gewöhnliche Art, durch Abwägen eines gläſernen Ballons beſtimmt, Ein Mahl, wenn er von atmoſphäriſcher Luft leer gepumpt, und dann, wenn er mit dem Gas gefüllt war. Dabei wurde keine der nöthigen Correctionen vergeſſen, weder für den Stand des Barometers und des Thermometers, noch ſelbſt für den Stand des Hygrometers. Denn da bei gleichem Drucke der Waſſerdampf nach dem Verhältniſſe von 10 zu 14 leichter als die atmoſphäriſche Luft iſt, ſo darf man das Hygrometer nicht überſehen. Die Correction wegen des Hygrometerſtandes wurde nach einer Formel angebracht, welche Herr De La Place aus den Verſuchen Sauſſure's und Dalton's abgeleitet hat. *) Alle Gewichte ſind auf den Werth zurück geführt worden, den ſie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter einem conſtanten Drucke von 28 par. Zoll Queckſilberhöhe haben würden. Man hat dabei ſelbſt auf die Ausdehnung des Glaſes Rückſicht genommen, und ſie für

*) Man vergl. den folgenden Aufſatz. *Gilb.*

für jeden Grad des Centeſimalthermometers auf 0,0000262716 des Glasvolumens geſetzt. So haben ſie die Herren Lavoiſier und De La Place gefunden, bei ihren Verſuchen über die Ausdehnung der feſten Körper durch Wärme, welche leider nicht ſind bekannt gemacht worden. Bei Befolgung aller dieſer Vorſichtsregeln haben die Verfaſſer ſelbſt an verſchiedenen Tagen und bei ſehr verſchiedenen Zuſtänden der Luft Gewichte erhalten, die, wenn man ſie auf gleiche Temperatur und gleichen Druck bringt, für jedes Gas kaum um einige Milligrammes von einander abweichen.

Um das Gewicht der Gasarten mit dem des Waſſers und des Queckſilbers auf das allergenaueſte zu vergleichen, haben die Verfaſſer ihren Glasballon mit reinem Waſſer von 4° Wärme ausgewogen. Dieſes iſt die Temperatur, bei der das Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat, und bei der das abſolute Gewicht deſſelben ſehr genau aus den Verſuchen bekannt iſt, welche man in Frankreich angeſtellt hat, um den Werth des Gramme zu beſtimmen. Das Waſſer wurde zuvor in dem Ballon ausgekocht und unter der Luftpumpe von Luft befreit. Eben ſo wurde das Queckſilber in einem Kolben mit einem engen Halſe ſorgfältig ausgekocht, um alle mit dem Glaſe adhärirende Luft heraus zu jagen, und dann noch unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht. Nach allen nöthigen Correctionen wegen der Temperatur und der Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft und wegen der Ausdehnbarkeit der Ge-

fäſse fand ſich zuletzt das Verhältniſs zwiſchen dem ſpecifiſchen Gewichte des Queckſilbers und dem ſpec. Gewichte der atmoſphäriſchen Luft von 0° Wärme und einem Drucke von 0,76 Mètres Queckſilberhöhe, — oder vielmehr der dieſem Verhältniſs entſprechende beſtändige Coefficient der Formel für die Meſſungen der Höhen durch das Barometer nach Mètres, gleich 18332. *)

Bekanntlich läſst ſich dieſer Coefficient noch auf einem andern Wege finden, der von dem hier eingeſchlagenen ſehr abweicht; dadurch nämlich, daſs man in Stationen von verſchiedener Höhe, deren Höhenunterſchied durch Nivellirung oder durch trigonometriſche Meſſung bekannt iſt, gleichzeitige Barometerſtände in freier Luft beobachtet. Die Herren De Luc, Shuckburgh, Trembley und andere Phyſiker ſind auf dieſe Art verfahren;

*) Das ſpecifiſche Gewicht der Luft bei der angegebenen Wärme und dem genannten Drucke war folglich nach dieſen Verſuchen der Herren Biot und Arrago $\frac{1}{10475,6}$ vom ſpecifiſchen Gewichte des Queckſilbers. Bedeutet nämlich δ das ſpecifiſche Gewicht der Luft in Theilen des ſpecifiſchen Gewichts des Queckſilbers ausgedruckt, M den Modulus des Briggiſchen logarithmiſchen Syſtems und C jenen Coefficienten der Formel nach Mètres, ſo iſt $\delta = \frac{M \,.\, 0{,}76^{m}}{C}$ oder $C = \frac{M \,.\, 0{,}76^{m}}{\delta}$ für 0° Wärme und einen Druck von 0,76 Met., (28″ 0‴,6 par. M.,) Queckſilberhöhe. *Gilb.*

niemand hat jedoch dieſen Theil der Unterſuchung anhaltender verfolgt, und alles, was darauf Einfluſs haben kann, mit mehrerm Scharfſinne ergründet, als Herr Ramond. *) Der Coefficient, den dieſer emſige Beobachter als den genügendſten angiebt, für Beobachtungen in freier Luft, welche die Höhen nach Mètres geben ſollen, iſt 18336; alſo nur um 4 Achtzehntauſendtel des Ganzen gröſser, als ihn die Herren Biot und Arrago durch ihre Verſuche in eingeſchloſſenen Gefäſsen gefunden haben: eine Uebereinſtimmung, welche für die Genauigkeit dieſer Fundamentalbeſtimmung zeugt. Auch hat Herr Ramond gezeigt, daſs, wenn man dieſen Coefficienten in die Formel des Herrn De La Place ſetzt, ſie die Höhen der Berge der Wahrheit ſo nahe giebt, daſs die Ungewiſsheit, welche ſie übrig läſst, innerhalb der Gränzen der Fehler fällt, denen die Beobachtungen ſelbſt unterworfen ſind. Dieſes iſt das Ziel, bei dem man in der Phyſik muſs ſtehen bleiben, wenn man ſo glücklich geweſen iſt, es zu erreichen.

Schon aus dem ſpecifiſchen Gewichte jeder der Gasarten, welche zu den Verſuchen gebraucht wurden, ließs ſich die Reinheit derſelben einiger Maſsen beurtheilen. Die Verfaſſer haben ſich jedoch hiermit nicht begnügt, ſondern jedes Mahl das Gas che-

*) In zwei Abhandlungen über dieſen Gegenſtand, welche ich dem Leſer nächſtens vorlegen werde.
Gilb.

miſch zerlegt; eine Arbeit, in welcher die Herren Thenard und Berthollet der Sohn ihren Freunden geholfen haben: Namen, welche volles Zutrauen einflöſsen müſſen. Noch kam es darauf an, das Gas, wenn es in aller Reinheit entbunden worden war, in eben der Reinheit in das Prisma zu bringen. Die Verfaſſer haben dieſes durch eine beſondere Einrichtung der Hähne in den Verbindungsröhren bewerkſtelligt; dieſe Einrichtung läſst ſich indeſs nicht ohne Zeichnung verſtändlich machen.

Dieſes ſind die Mittel und die Methoden, deren ſich die Herren Biot und Arrago bei ihren Unterſuchungen bedient haben. Nachdem ſie ſie deutlich und im Detail beſchrieben haben, wenden ſie ſich zu den Reſultaten ihrer Verſuche und zu den Folgerungen, zu welchen dieſe führen.

„Da uns“, ſagen ſie, „durch unſere Verſuche das ſpecifiſche Gewicht jeder Gasart und zugleich die Brechung bekannt war, welche das Licht von derſelben leidet, ſo konnten wir daraus berechnen, wie groſs das Brechungsvermögen jedes Gas, im Vergleich mit dem der atmoſphäriſchen Luft iſt. Wir verſtehn hier unter *Brechungsvermögen* weder die bloſse Ablenkung des Lichtſtrahls, noch den Winkel, der dieſe Ablenkung miſst, ſondern die geſammte Zunahme des Quadrats der Geſchwindigkeit, oder der lebendigen Kraft des Lichtes, nachdem es die ganze Einwirkung des durchſichtigen Körpers erlitten hat. Wenn die Function der Entfernung, welcher die Einwirkung der Körper auf

das Licht proportional iſt, für alle Körper von derſelben Form wäre, wenn ſie für alle nur bloſs in dem Produkte aus der Dichtigkeit des Körpers in einem conſtanten Coefficienten, der von der Natur deſſelben abhinge, verſchieden wäre: ſo würde die Gröſse, welche man mit dem Ausdrucke: *Brechungsvermögen eines Körpers,* bezeichnet, der Intenſität der anziehenden Kraft, die der Körper auf das Licht äuſsert, proportional ſeyn. Auf jeden Fall iſt ſie die Summe aller Einwirkungen des Körpers auf das Licht, jede mit dem Elemente des Raums und mit der Dichtigkeit multiplicirt. Dieſe genaue und ſcharfe Beſtimmung des Begriffs iſt den Grundſätzen gemäſs, welche Newton und der Verf. der *Mechanik des Himmels* aufgeſtellt haben. *) Es hat uns nöthig geſchienen, ſie hier in das Gedächt-

*) Ich ſetze hierher, was Herr De La Place darüber in der *Mécanique céleſte*, t. IV, p. 236, ſagt: „Dieſe Gröſse", [die Zunahme des Quadrats der Geſchwindigkeit des Lichts, nachdem es die ganze Einwirkung des durchſichtigen Körpers erlitten hat,] „iſt in den verſchiedenen durchſichtigen „Körpern nicht dieſelbe, und den Dichtigkeiten „derſelben nicht proportional. Es iſt möglich, daſs „die Function der Entfernung, welche die Einwirkung der Körper auf das Licht ausdruckt, für jeden verſchieden iſt; es könnte aber auch ſeyn, „daſs ſie für alle dieſelbe wäre, und in den verſchiedenen Körpern in weiter nichts abwiche, „als in einem für die einzelnen Körper conſtanten, „nach der Verſchiedenheit ihrer Natur aber ver-

niſs zurück zu führen; denn nur, wenn man mit den Grundſätzen ſcharfe Begriffe verbindet, kann man ſie mit Sicherheit anwenden und mit Zutrauen den Folgerungen nachgehen, auf welche ſie führen."

„ſchiedenen Coefficienten, womit ihre Dichtigkeit „multiplicirt würde. In beiden Fällen iſt die ganze Einwirkung der Körper auf das Licht dieſelbe, „und da im Calcul nur das ganze Reſultat dieſer „Einwirkung mit eingeht, ſo läſst ſich die zweite „Vorausſetzung als die einfachſte annehmen. Der „conſtante Coefficient kann dann die verhältniſsmäſsige Intenſität der Wirkung der Körper auf „das Licht, oder ihr Brechungsvermögen vorſtellen. — Bezeichnet man mit i das Verhältniſs des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus „des Brechungswinkels, (und iſt ϱ die Dichtigkeit „des Körpers,) ſo ſtellt $\frac{i^2-1}{\varrho}$ das Brechungsvermögen der verſchiedenen Subſtanzen in der Natur vor." Es ſey mir erlaubt, dieſe Stelle des Herrn De La Place mit ein Paar Bemerkungen zu begleiten. Seitdem es dieſem groſsen Geometer endlich geglückt iſt, die Theorie der Haarröhrchen und der verwandten Erſcheinungen aus der Vorausſetzung, daſs in ihnen die Anziehung nur in der Berührung wirke, auf das genügendſte abzuleiten, ſcheint er daran nicht zu zweifeln, daſs die Einwirkung der Körper auf das Licht ebenfalls nur in Entfernungen, die nicht mehr angeblich ſind, merkbar iſt. In dieſem Falle, dünkt mich, könne allein die letzte Annahme beſtehen; denn es kann alsdann, wie es mir ſcheint, von einer Verſchiedenheit des Geſetzes, wornach die Kraft mit

Dieſen Grundſätzen gemäſs berechnen die Herren Biot und Arrago aus ihren Verſuchen das *Brechungsvermögen der verſchiedenen luftförmigen Flüſſigkeiten.* Sie finden, daſs von allen Gas-

der Entfernung ſich verändert, in der Natur, nicht weiter die Rede ſeyn. Die Kraft iſt in jeder Entfernung null, und findet nur in der Berührung Statt. — Dem Brechungsverhältniſſe gemäſs, aus dem leeren Raume in gewöhnliche Luft, welches ich S. 359, Anm., aus den Verſuchen der Verfaſſer berechnet habe, würde $i^2 - 1 = 0{,}00058710$, und alſo das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft $= 0{,}0005871 \cdot \frac{1}{\varrho}$ ſeyn. Herr Biot ſetzt weiterhin den Coefficienten *L*, der das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m{,}76$ Druck ausdruckt, nach ſeinen Verſuchen $= 0{,}000294958$. Dieſe Zahl übertrifft die Hälfte der eben berechneten um $\frac{1}{310}$ derſelben; vielleicht enthielt das Prisma, als es eine Ablenkung von 362″ gab, noch ſo viel Luft, daſs die Barometerprobe ſich auf einer Höhe von $\frac{3}{4}$ par. Linien oder von $3\frac{1}{2}$ Mill. erhielt. — Hätte das Queckſilber der Verfaſſer das ſpecifiſche Gewicht gehabt, welches Herr Hällſtröm, *Annalen*, XX, 397, angiebt, nämlich von 13,565, ſo würde ſich, aus der in der Anm. S. 362 geführten Rechnung, für die atmoſphäriſche Luft von 0° Wärme und $0^m{,}76$ Druck ein ſpecifiſches Gewicht $= \frac{1}{773{,}3} = 0{,}00129$, und alſo ein Brechungsvermögen $= 0{,}4556$ ergeben. Aus dem Folgenden erhellt, daſs dieſes höchſtens in der letzten Decimalſtelle von der Beſtimmung der Verfaſſer abweichen kann. *Gilb.*

arten, ja ſelbſt von allen bis jetzt beobachteten Körpern in der Natur, der *Sauerſtoff* das kleinſte, der *Waſſerſtoff* dagegen das gröſste Brechungsvermögen hat, und daſs beide die Endglieder in der Verwandtſchaftsreihe der Körper zum Lichte ausmachen. Das Brechungsvermögen des Waſſerſtoffs iſt $6\frac{1}{2}$ Mahl gröſser als das der atmoſphäriſchen Luft. *) So wie Newton aus dem Verhalten des Diamanten bei der Brechung voraus ahndete, der Diamant ſey ein brennbarer Körper, ſo hatte auch Herr De La Place in einem gedruckten Mémoire dieſe groſse Brechungskraft als etwas, das dem Waſſerſtoff eigen ſeyn müſſe, angekündigt. Das Brechungsvermögen der übrigen Gasarten fällt zwiſchen das des Sauerſtoffs und des Waſſerſtoffs. Ungeachtet der groſsen Schwierigkeiten, mit welchen man bei der Manipulation des *ſalzſauren Gas* zu kämpfen hat, wurde doch auch mit dieſem Gas der Verſuch angeſtellt; es übertraf an Brechungsvermögen die atmoſphäriſche Luft.

Bei der Reduction ihrer Verſuche auf einerlei Druck und einerlei Temperatur, haben die Verfaſſer das von Herrn Gay-Luſſac entdeckte Geſetz zum Grunde gelegt, daſs alle Gasarten durch

*) Man wird aus dem Folgenden ſehen, was die Verfaſſer veranlaſst zu haben ſcheint, hier von Sauerſtoff und Waſſerſtoff zu reden, da doch ihre Verſuche mit Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas angeſtellt wurden. *Gilb.*

gleiche Zunahme von Wärme gleich ſtark ausgedehnt werden, und zwar für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerſcale um 0,00375 ihres Volumens. Dieſes iſt ein Reſultat von 25 Verſuchen, welche unter einander, ohne merkbaren Unterſchied überein ſtimmten und mit vollkommen trockenen und genau calibrirten Röhren angeſtellt ſind. „Dieſes von Gay-Luſſac aufgefundene Reſultat", ſagen ſie, „iſt für die Phyſik vom höchſten Nutzen; täglich bedarf daſſelbe der Chemiker und ſelbſt der Aſtronom, um ſeine Beobachtungen zu reduciren. Nimmt man hierzu noch die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten und ihr Brechungsvermögen, wie wir beide in dieſer Abhandlung geben, ſo hat man eine vollſtändige und ſehr genaue Kenntniſs aller phyſikaliſchen Eigenſchaften der luftförmigen Flüſſigkeiten." *)

Der wichtigſte Theil der Unterſuchungen der Herren Biot und Arrago betraf das Geſetz, wie bei der atmoſphäriſchen Luft ſich das Brechungsvermögen mit der Dichtigkeit verändert; denn davon

*) Es iſt in der That etwas grauſam, daſs der Verfaſſer des Auszugs, welchen ich in Ermangelung des Originals dieſer Bearbeitung habe zum Grunde legen müſſen, nach einer ſolchen Aeuſserung uns dieſe Zahlangaben vorenthält. Ich werde ſie in in der Folge nachtragen. Was die Verſuche des Herrn Gay-Luſſac betrifft, auf die hier hingedeutet wird, ſo iſt von ihnen in dem folgenden Aufſatze umſtändlicher die Rede. *Gilb.*

hängt die Ablenkung ab, welche jeder Lichtſtrahl, der in unſer Auge kömmt, mehr oder weniger von der geradlinigen Bahn erleidet. Die atmoſphäriſche Luft lieſs ſich im Innern des Prisma bei unveränderter Natur in ihrer Dichtigkeit nach Belieben verändern, die Barometerprobe zeigte den Zuſtand derſelben auf das genaueſte, und eben ſo konnte man jedes Gas, womit das Prisma gefüllt wurde, in jedem beliebigen Grade der Verdünnung darin verſchlieſsen. Mehrere Reihen von Beobachtungen, welche mit atmoſphäriſcher Luft von ſehr verſchiedenen Graden der Dichtigkeit, und dann auch mit Gasarten von verſchiedener Dichtigkeit angeſtellt wurden, und bei deren jeder man auf den Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers ſah, gaben den Verfaſſern die für die Theorie der Strahlenbrechung ſo wichtige Ueberzeugung, daſs in jedem Gas, vom vollkommenen Vacuo an, durch alle Grade von Dichtigkeit hindurch bis zu der, welche dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre entſpricht, die brechende Kraft ſtets der Dichtigkeit proportional iſt, und daſs dieſes Geſetz nicht der kleinſten Abänderung bedarf.

Ob die brechende Kraft demſelben Geſetze unterworfen bleibt, wenn die atmoſphäriſche Luft zuſammen gedrückt wird, und wie ſie ſich mit der Temperatur der Luft verändert; dieſes zu unterſuchen, haben die Verfaſſer einer Fortſetzung ihrer Verſuche vorbehalten.

Der hygrometriſche Zuſtand der Luft ſchien ihnen auf das Brechungsvermögen derſelben keinen wahrnehmbaren Einfluſs zu haben, ſo oft der Himmel rein und die Luft durchſichtig war. Auch hierüber, und über das Brechungsvermögen der Dämpfe, haben ſie ſich Verſuche vorbehalten. Sie erfordern hohe Temperaturen, und muſsten deſshalb bis zur Wiederkunft der gröſsten Sommerhitze ausgeſetzt werden. *)

Damit man von dem Gange dieſer Verſuche und von der Schärfe der Reſultate derſelben ſich einen anſchaulichen Begriff machen möge, wollen wir hier wörtlich das Protokoll eines Verſuchs herſetzen, ſammt der Anmerkung, welche die Verfaſſer darunter geſchrieben haben.

*) Nach ſpätern Nachrichten aus Paris hatte Herr Gay - Luſſac ſich mit den Herren Biot und Arrago zu dieſer Fortſetzung ihrer Verſuche vereinigt, nachdem er von der Reiſe, auf welcher er den Hrn. Freiherrn von Humboldt durch Italien und Deutſchland begleitet hatte, wieder in Paris eingetroffen, und in das National-Inſtitut aufgenommen worden war. Ein Auftrag der Regierung führte indeſs die beiden letztern bald darauf nach Spanien, wo ſie die von Mechain angefangenen Meſſungen fortſetzen ſollten, um den Meridian der pariſer Sternwarte bis auf die baleariſchen Inſeln zu verlängern. *Gilb.*

Barometer äuſseres	Thermometer auſseres	Barometer inneres	Thermometer des innern Barometers
Mètres.	hunderttheil.	Mètres.	hunderttheil.
0,7654	+ 5°	0,526	+ 6°
0,7654	+ 5°	0,283	+ 6°
0,7658	+ 5°	0,120	+ 6°
0,7660	+ 5°	0,021	+ 6°
0,7662	+ 4°,5	0,005	+ 5°
0,7548	+ 4°,8	0,4055	+ 5°,4
0,7551	+ 4°,8	0,2425	+ 4°,8
0,7543	+ 4°,8	0,6130	+ 4°,8

„In keinem dieſer Verſuche beträgt der Unterſchied zwiſchen der Berechnung und der Beobachtung mehr als 2″, obgleich die Dichtigkeiten der Luft im Innern des Prisma ſehr verſchieden waren. Dieſe Reſultate dienen daher gleichfalls, die Richtigkeit des Coefficienten, der das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck ausdruckt, [wie wir ihn bei unſrer Berechnung angenommen haben, $L = 0,000294958$,] zu beſtätigen. *) Dieſe Beſtimmung des Coefficienten folgt aus den Verſuchen, welche wir mit dem luftleeren Prisma angeſtellt haben. Er iſt ausnehmend wenig von dem verſchieden, welchen Hr. De La Place in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 246, nach Delambre gegeben hat, nämlich $L = 0,000294047$. Dieſer Unterſchied hat auf die Beſtimmung der Polhöhe von Paris kaum einen Einfluſs von $\frac{1}{3}$ Secunde, und bis auf eine ſo kleine Gröſse läſst ſich für die Richtigkeit aſtronomiſcher Beobachtungen nicht ſtehen.“

*) Vergl. S. 367, Anm. *Gilb.*

verdünnter *atmoſphäriſcher Luft.*

Ablenkung.		Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus d. Oberfläche der beiden Glasplatten d. Prisma.		
beobachtete, wegen des Nicht-Parall. nicht corrig.	berechnete.	Differenz.	direct beobacht.	
1′ 37″,1	1′ 52″,3	15″,2	16,6	7. März 1806
3 29,2	3 45,8	16,6		
4 45,8	5 2,4	16,6		
5 31,8	5 48,9	17,1		
5 43,5	5 58	14,5		
2 29,2	2 44,1	14,9		9. März 1806
3 45,0	4 0,9	15,9		
0 48,6	1 6,3	17,7		

Den *zweiten Theil* der Abhandlung fangen die Verfaſſer mit folgender ſinnreichen und richtigen Zuſammenſtellung an: „Die Einwirkung der Körper auf das Licht“, (bemerken ſie,) „iſt nur in äuſserſt geringen Entfernungen merkbar, und die Intenſität dieſer Einwirkung hängt nothwendig von der Natur der kleinſten Theilchen eines Körpers und von ihrer Zuſammenordnung ab, folglich von ihren weſentlichſten Eigenſchaften. Der Phyſiker, der das Brechungsvermögen der verſchiedenen Subſtanzen unterſucht und vergleicht, thut alſo im Grunde nichts anderes als der Chemiker, wenn er einerlei Baſis der Einwirkung der verſchiedenen Säuren, oder einerlei Säure der Einwirkung aller Alkalien ausſetzt, um ihre verhältniſsmäſsige Kraft und den Grad

ihrer Sättigung zu beſtimmen. Bei unſern Verſuchen war die Subſtanz, auf welche wir alle Körper wirken lieſsen, das Licht, und wir ſchätzten die Gröſse der Wirkungen der Körper nach ihrem Brechungsvermögen, das heiſst, nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Einwirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrücken ſtreben. Unſre Verſuche haben hierbei ſelbſt einen eigenthümlichen Vorzug, der in dem Grade ſich in keinem chemiſchen Verſuche findet: die kaum zu begreifende Intenſität, mit der die Körper auf das Licht wirken. Sie iſt bei einigen ſo groſs, daſs ſie dem Lichte in einer unendlich kleinen Zeit faſt die doppelte Geſchwindigkeit ertheilen, die es in dem Raume hatte; und ſelbſt die Körper, welche das kleinſte Brechungsvermögen äuſsern, verändern doch immer die Geſchwindigkeit des Lichts merkbar, in einem Augenblicke."

Die Verſchiedenheit in der Geſchwindigkeit, welche dem Lichte durch die verſchiedenen brechenden Körper eingedrückt wird, giebt eine ſo ausgedehnte Stufenleiter, auf der alle dieſe brechenden Mittel in ſo bedeutenden Abſtänden von einander Platz finden, daſs man ſich dieſes beſondern Charakters eines jeden als eines Mittels bedienen kann, ſie zu unterſcheiden, ja ſelbſt ihnen bis in die Verbindungen, in denen ſie ſich als Beſtandtheile befinden, einiger Maſsen nachzuſpüren. Es war ſo z. B. ſehr natürlich, daſs die Verfaſſer, nachdem ſie die groſse Kraft, welche der Waſſerſtoff auf

das Licht ausübt, in ihren Verſuchen wahrgenommen hatten, das ſtarke Brechungsvermögen, welches nach Newton's Verſuchen dem Waſſer, dem Gummi, den Oehlen und den andern brennbaren Körpern eigen iſt, der Anweſenheit des Waſſerſtoffs in dieſen Körpern zuſchrieben. Ganz vorzüglich zeigt ſich dieſer Einfluſs des Waſſerſtoffs auf die Brechung des Lichtes im Ammoniak, welches aus Waſſerſtoff und Stickſtoff beſteht; denn das Ammoniakgas hat ein doppelt ſo groſses Brechungsvermögen, als die atmoſphäriſche Luft, und übertrifft das Waſſer an brechender Kraft. *)

Die groſse Geſchwindigkeit und die ausnehmende Feinheit der Theilchen geben dem Lichte zu Unterſuchungen ſolcher Art, worin man ſich deſſelben als Reagens bedient, den ganz eigenthümlichen Vorzug, daſs der Zuſtand gröſserer oder geringerer Verdichtung der Beſtandtheile eines Körpers, auf die brechende Kraft derſelben nur wenig Einfluſs hat, im Vergleich mit der ganzen Wirkung, welche dieſe Beſtandtheile einzeln auf das Licht durch Verwandtſchaft hervor bringen; einige äuſserſte Fälle ausgenommen, in denen die Verdichtungen ſehr beträchtlich ſind. Immer geben, (mit dieſen

*) Das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft, wie wir es oben, S. 367, Anm., berechnet haben, wird hier bei allen Zahlangaben der Brechungsvermögen anderer Körper = 1 geſetzt; und ſo verſtanden, iſt alſo das Brechungsvermögen des Waſſerſtoffgas 6,5 und das des Ammoniakgas 2. *Gilb.*

Ausnahmen,) die Produkte aus dem Brechungsvermögen jedes Beſtandtheils, in dem Antheile, der davon dem Gewichte nach in dem Körper vorhanden iſt, zuſammen addirt, das Brechungsmögen des ganzen zuſammen geſetzten Körpers.

Bei bloſsen Gemengen aus einfachern Subſtanzen, in welchen dieſe nicht innig an einander gebunden ſind, entſpricht das Brechungsvermögen der ganzen Mengung dieſer Regel vollkommen. So z. B. findet ſich das Brechungsvermögen der *atmoſphäriſchen Luft* nach den Beobachtungen genau dem gleich, welches die Rechnung für ein Gasgemenge giebt, das dem Volumen nach aus 0,21 Sauerſtoffgas, 0,787 Stickgas und 0,003 kohlenſaures Gas beſteht. Wenn man die Strahlenbrechung dieſen Antheilen der einfachern Gasarten gemäſs berechnet, ſo erhält man ſie gerade ſo, als unmittelbare Beobachtung ſie giebt.

Dieſes Geſetz erhält ſich auch noch in den chemiſchen Verbindungen, in welchen die Verdichtung der Beſtandtheile nicht ſehr ſtark iſt. So z. B. im *Ammoniakgas*, in welchem das Stickgas und das Waſſerſtoffgas durch Verdichtung auf die Hälfte des ganzen Raums, den ſie einzeln einnahmen, gebracht ſind. Die beobachtete Brechung deſſelben iſt genau dieſelbe, als die einer Mengung aus 0,805 Stickſtoff, (dem Gewichte nach,) und 0,195 Waſſerſtoff. Geſetzt alſo, man hätte bisher bloſs gewuſst, daſs das Ammoniak aus Stickſtoff und aus Waſſerſtoff beſteht, das genaue Verhältniſs aber, wornach

beide

beide darin gemiſcht ſind, noch nicht gekannt, ſo hätte ſich dieſes durch Beobachtung ihres Brechungsvermögens eben ſo gut auffinden laſſen, als durch die chemiſche Analyſe. *)

Selbſt in der ſo feſten, ſo innigen, und im Vergleich mit den einzelnen Beſtandtheilen ſo auſserordentlich verdichteten Verbindung des Waſſerſtoffs und des Sauerſtoffs, — im *Waſſer*, gilt noch dieſelbe Regel bis auf eine kleine Abweichung, welche ihren Grund entweder in dem Zuſtande der Verdichtung haben kann, worin ſich die kleinſten Theilchen dieſer Flüſſigkeit, verglichen mit ihrer gasartigen Verdünnung, befinden, — oder in dem Verſuche, durch den Newton das Brechungsvermögen des Waſſers beſtimmt hat, zu einer Zeit, wo alle Inſtrumente den jetzigen ſehr an Vollkommenheit nachſtanden. Nach dem Miſchungsverhältniſſe berechnet, welches die Herren von Humboldt und Gay-Luſſac in ihrer vortrefflichen Unterſuchung über die Eudiometrie für das Waſſer feſt ſetzen, **) findet ſich das Brechungsvermögen gleich

*) Umgekehrt läſst ſich hieraus und aus der vorigen Anmerkung das Brechungsvermögen des Stickgas, nach der Beobachtung der Herren Biot und Arago, welches ſie nirgends angeben, berechnen. Es iſt $= \frac{2 - 6{,}5 \cdot 0{,}195}{0{,}805} = 0{,}91$, voraus geſetzt, daſs das Brechungsvermögen des Ammoniakgas genau 2 ſey. *Gilb.*

**) *Annalen*, XX, 38. Höchſt wahrſcheinlich iſt hierunter das Verhältniſs von 2 Th. Waſſerſtoffgas

1,50, wenn das der atmoſphäriſchen Luft gleich 1 geſetzt wird. Nach Newton beträgt aber, wenn man die Brechung des gelben Strahls für die mittlere nimmt, das Brechungsvermögen des Waſſers 1,73; *) welches ungefähr um den achten Theil gröſser iſt. Mehr als dieſer Unterſchied ſelbſt, muſs es in Verwunderung ſetzen, daſs er nicht noch gröſser iſt, wenn man die ungeheure Verdichtung bedenkt, welche der Waſſerſtoff und der Sauerſtoff in dieſer ihrer Verbindung erlitten haben. **)

Es ſchien den Herren Biot und Arrago von groſsem Intereſſe zu ſeyn, — nachdem die Genauig-

auf 1 Th. Sauerſtoffgas, dem Volumen nach, zu verſtehen, woraus die Verfaſſer das Miſchungsverhältniſs nach Gewichtstheilen ihren ſpecifiſchen Gewichtsangaben gemäſs werden berechnet haben. Denn das Gewichtsverhältniſs *Annalen*, XX, 74, paſst hier nicht. *Gilb.*

*) Newton ſetzt in ſeiner Tafel, (*Optics*, Ed. 2; auch *Opp. Ed. Horsley*, Vol. 4, P. 3, pr. 10,) das Brechungsvermögen der Luft ſo an, wie er es aus der aſtronomiſchen Strahlenbrechung und einer Dichtigkeit 0,0012 gefunden hatte. Hr. Biot ſcheint ſtatt deſſen das Brechungsvermögen der Luft, wie ſeine eignen Verſuche es geben, geſetzt, und damit das von Newton berechnete Brechungsvermögen der übrigen Körper in den Angaben, die er Newton zuſchreibt, verglichen zu haben. Für Waſſer ſteht in Newton's Tafel 0,7845, und es iſt $\frac{0,7845}{0,4556} = 1,72$. *Gilb.*

**) Der Dr. Hook glaubte ehemahls darin, daſs Eis

keit dieſes neuen Mittels, die Beſtandtheile durchſichtiger Körper zu erforſchen, durch alle dieſe Zuſammenſtellungen mit den Reſultaten der chemiſchen Zerlegung hinlänglich bewährt worden war, — durch dieſe ihre neue Methode der Analyſe die Auflöſung des groſsen Räthſels von den Beſtandtheilen der *Salzſäure* zu verſuchen. Zu dem Ende beobachteten ſie das Brechungsvermögen der Salzſäure in ihrem gasförmigen Zuſtande, nicht ohne groſse Schwierigkeit bei der Manipulation dieſes Gas. Sie fanden das Brechungsvermögen deſſelben ein wenig gröſser als das des Stickſtoffs. Dieſes beweiſt *erſtens*, daſs die Salzſäure keine Verbindung von Stickſtoff mit Sauerſtoff ſeyn kann; denn durch Gegenwart von Sauerſtoff wird das Brechungsvermögen des Stickſtoffs keinesweges vermehrt, ſondern verringert. *Zweitens* iſt es unmöglich, daſs die Salzſäure ein Waſſerſtoff-Oxyd ſey, das weniger Sauerſtoff als das Waſſer enthält; denn ihr Brechungsvermögen iſt ſehr viel kleiner als das des Waſſers. Dieſes Reſultat widerſpricht geradezu den Ideen des Herrn Pacchiani, gegen welche auch die directen Verſuche der Herren Biot und Thenard zeugen.

nicht ſo ſtark als Waſſer das Licht bricht, einen Beweis zu finden, daſs die Leichtigkeit des Eiſes nicht von Luftbläschen, ſondern von der ganzen Zuſammenſetzung herrühre, (Prieſtley's *Geſchichte der Optik*, Th. 1, S. 125.) *Gilb.*

Die Unterſuchung des Brechungsvermögens des *kohlenſauren Gas* hatte ein vorzügliches Intereſſe, theils weil Lavoiſier's Analyſe dieſes Gas dadurch verificirt werden konnte, theils weil der Kohlenſtoff in einer unzählbaren Menge durchſichtiger Körper als Beſtandtheil enthalten iſt, und nach den neuern Verſuchen den Diamanten faſt gänzlich ausmacht, deſſen Brechungsvermögen durch Newton's Beobachtungen bekannt iſt. Hier hat ſich indeſs eine Anomalie gezeigt. Die Verſuche geben das Brechungsvermögen des kohlenſauren Gas ein wenig kleiner, als das der atmoſphäriſchen Luft, und ein wenig gröſser als das des Sauerſtoffs. Nimmt man nun als die wahrſcheinlichſte Angabe der chemiſchen Conſtitution dieſes Gas, Lavoiſier's Analyſe zu Folge, 0,76 Sauerſtoff und 0,24 Kohlenſtoff dem Gewichte nach an; ſo würde daraus für den Kohlenſtoff ein Brechungsvermögen = 1,44, alſo ein kleineres Brechungsvermögen folgen, als das, welches dem Waſſer eigen iſt; jedes andere Miſchungsverhältniſs, worin des Sauerſtoffs weniger wäre, würde für den Kohlenſtoff ein noch kleineres Brechungsvermögen geben. Von andern flüſſigen oder feſten Körpern, welche Kohlenſtoff in bedeutender Menge enthalten, hat man bis jetzt leider nur ſehr wenige genaue Analyſen, aus denen ſich dieſes Brechungsvermögen mit mehr Zuverläſſigkeit berechnen läſst; ſonſt würden ſie auch dazu dienen können, die Angaben über das Miſchungsverhältniſs des kohlenſauren Gas zu berichtigen.

Nach Lavoiſier beſteht das *Olivenöhl* aus 0,21 Waſſerſtoff und 0,79 Kohlenſtoff. Berechnet man dieſem gemäſs, aus dem Brechungsvermögen des Waſſerſtoffs und dem des Kohlenſtoffs, wie die Verfaſſer ſie aus ihren Verſuchen, (letzteres aus denen mit kohlenſaurem Gas,) hergeleitet hatten; ſo erhält man für das Olivenöhl ein Brechungsvermögen von 2,50, das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft = 1 geſetzt. *) Aus Newton's Verſuchen findet ſich aber das Brechungsvermögen des Baumöhls 2,73. **) Der Unterſchied zwiſchen der Brechung und der Beobachtung iſt alſo kaum $\frac{1}{9}$ des Ganzen, ***) und zwar von der Art, daſs man ihn als Wirkung der Verdichtung anſehen könnte. Hier alſo eine erſte ziemlich genügende Beſtätigung.

Eine zweite Beſtätigung giebt die Analyſe des *Alkohols.* Dieſe brennbare Flüſſigkeit beſteht nach Lavoiſier aus 0,544 Sauerſtoff, 0,166 Waſſerſtoff und 0,29 Kohlenſtoff; und berechnet man hieraus das Brechungsvermögen des Alkohols, ſo findet es ſich = 1,94. ****) Nach den Verſuchen

*) Es iſt nämlich 0,21 . 6,5 + 0,79 . 1,44 = 2,5026. *Gilb.*

**) In ſeiner Tafel ſteht es mit 12607, und es iſt $\frac{1,2607}{0,4556} = 2,77$. *Gilb.*

***) Findet in keiner dieſer Zahlen ein Druckfehler Statt, ſo beträgt der Unterſchied nur $\frac{1}{12}$ der Beobachtung und $\frac{1}{11}$ der Berechnung. *Gilb.*

****) Hiernach würde das Brechungsvermögen des

Newton's beträgt daſſelbe 2,23. *) Der Unterſchied iſt $\frac{1}{8}$ des Ganzen, und ebenfalls ſo, daſs die Verdichtung ihn erklärt, welche bei dem Uebergange aus dem Gaszuſtande in den tropfbarer Flüſſigkeit Statt findet.

Nach der Analyſe der Herren Fourcroy und Vauquelin beſteht das *Gummi* aus 0,6538 Sauerſtoff, 0,1154 Waſſerſtoff und 0,2308 Kohlenſtoff. Daraus folgt ein Brechungsvermögen = 1,63. **) Aus Newton's Beobachtungen findet ſich das Brechungsvermögen des arabiſchen Gummi = 1,89. ***) Der Unterſchied beträgt $\frac{1}{7}$, und iſt gleichfalls der Erklärung durch Verdichtung günſtig.

Bei dem Mangel an genauen Analyſen von durchſichtigen Körpern, welche Kohlenſtoff in ihrer Miſchung enthalten, läſst ſich dieſe Zuſammenſtellung nicht weiter verfolgen. Doch ſcheinen die

Sauerſtoffs, den Verſuchen der Verfaſſer entſprechend, ſeyn: $\frac{1,94-(0,166 \cdot 6,5+0,29 \cdot 1,44)}{0,544}=0,815$. *Gilb.*

*) Newton's Tafel giebt rectificirtem Weingeiſt vom ſpecifiſchen Gewichte 0,866 ein Brechungsvermögen 1,0121 und es iſt $\frac{1,0121}{0,4456}=2,22$. *Gilb.*

**) Hiernach würde das Brechungsvermögen des Sauerſtoffs ſeyn = 0,837. *Gilb.*

***) Es iſt nach Newton's Tafel 8574, und $\frac{0,8574}{0,4556}$ = 1,88. *Gilb.*

Beobachtungen auch dieſe Körper in Abſicht ihres Brechungsvermögens ziemlich ſo zu ordnen, wie es der Natur ihrer Beſtandtheile nach geſchehen müſste. Das heiſst, die Brechung iſt in denen am ſtärkſten, in welchen der Waſſerſtoff herrſcht; geringer in denen, in welchen der Kohlenſtoff vorſticht; und am kleinſten da, wo der Sauerſtoff die gröſste Menge ausmacht. So z. B. wird das Licht von Aether ſtärker als von Alkohol, von Terpenthinöhl ſtärker als von Baumöhl gebrochen; Kohlen-Waſſerſtoffgas bricht weniger als Waſſerſtoffgas, und deſto ſchwächer, je mehr es des Kohlenſtoffs enthält.*) Für ſich würde dieſes nicht viel Beweiskraft

*) Das Kohlen-Waſſerſtoffgas würde den Verfaſſern das beſte Mittel an die Hand gegeben haben, das Brechungsvermögen des Kohlenſtoffs aus einem brennbaren Körper mit Genauigkeit aufzufinden, und darin unſtreitig allen vegetabiliſchen Stoffen, (deren Analyſen insgeſammt bis auf mehrere Hundertel unzuverläſſig ſind,) ſehr vorzuziehen geweſen ſeyn. Daſs ſie keines Verſuchs mit dieſem Gas erwähnen, ſcheint mir anzuzeigen, daſs ſie über das Miſchungsverhältniſs deſſelben Zweifel gehabt haben müſſen. Möchte doch Gegenwärtiges ihnen Veranlaſſung werden, daſs ſie Henry's vortreffliche Abhandlung, von der ich dem Leſer eine freie Bearbeitung mit Erläuterungen in den *Ann.*, XXII, (1806, I,) 58, vorgelegt habe, und die in Frankreich noch ganz unbekannt zu ſeyn ſcheint, bei der Fortſetzung ihrer Unterſuchungen benutzten!

Gilb.

haben, erhält aber Bedeutung, wenn es mit dem Reſultaten genauer Berechnungen überein ſtimmt.

Der *Diamant* macht hier jedoch eine groſse Ausnahme. Newton's Verſuchen zu Folge iſt das Brechungsvermögen des Diamanten = 3,2119; *) folglich faſt noch ein Mahl ſo groſs als das des Kohlenſtoffs, wie wir es ſo eben gefunden haben. Auf der bloſsen Verdichtung dieſes Stoffs, aus dem der Diamant beſtehen ſoll, läſst ſich eine ſo groſse Verſchiedenheit nicht erklären; denn auch im Gummi iſt der Kohlenſtoff als feſter Körper vorhanden, ohne daſs hier die Verdichtung einen ſo unverhältniſsmäſsigen Einfluſs auf das Brechungsvermögen deſſelben äuſsert. Auch müſste, wäre jener Grund der wahre, das Wachs viel ſtärker als Terpenthinöhl das Licht brechen; und doch thut es dieſes in viel geringerm Grade, indem es noch weit mehr als das Terpenthinöhl dem Diamanten im Brechungsvermögen nachſteht. „Was läſst ſich hieraus anders ſchlieſsen," ſagen die Herren Biot und Arrago, „als daſs der Diamant kein reiner Kohlenſtoff iſt; daſs vielmehr ſein groſses Brechungsvermögen auf Anweſenheit von Waſſerſtoff deutet, als dem Stoffe, der das Licht von allen am ſtärkſten bricht?" Und zwar müſste über $\frac{1}{5}$ der Maſſe des Diamanten aus Waſſerſtoff beſtehen, damit dem von Newton beobachteten Brechungsvermögen deſſelben Genüge

*) Nach Newton's Tafel 1,4556, und es iſt $\frac{1,4556}{0,4556}$ = 3,193. *Gilb.*

geſchehe, oder wenigſtens $\frac{1}{4}$ der Maſſe, ſollte hier verhältniſsmäſsig dieſelbe Verdichtung Statt finden, auf welche die vorigen Beobachtungen geführt haben.

Die Verfaſſer nehmen hiervon Gelegenheit, die erſte Klaſſe des Inſtituts aufzufordern, ſie in den Stand zu ſetzen, die Zerlegung des Diamants durch einen directen Verſuch mit aller der Vorſicht zu wiederhohlen, welche die Vermuthung, daſs er Waſſerſtoff in ſeiner Miſchung enthalte, nothwendig zu machen ſcheint. Wir wiſſen, daſs dieſes Geſuch bewilligt worden iſt, und es laſſen ſich von der Fortſetzung dieſer ihrer Arbeit noch ſehr intereſſante Reſultate erwarten.

Sie fordern zugleich die Chemiker auf, ihnen zu genauen Analyſen der durchſichtigen Körper behülflich zu ſeyn. „Von unſrer Seite", ſagen ſie, „werden wir es nicht verſäumen, unſre Beobachtungen über mehrere feſte und flüſſige Körper und über die Dämpfe auszudehnen; und vielleicht werden wir noch manches nützliche Reſultat der Analogie zu verdanken haben, welche uns Newton enthüllt hat. Denn ſchon jetzt ſcheinen dieſe Unterſuchungen weit genug geführt zu ſeyn, um uns ein Mittel an die Hand zu geben, die von den Chemikern gemachten Analyſen durchſichtiger Körper innerhalb gewiſſer Gränzen zu prüfen. Und iſt nicht ſchon an ſich das Reſultat ſehr merkwürdig, daſs man in die Miſchung der Körper ſo tief einzudringen, und die Natur und das Verhältniſs ihrer Beſtandtheile

ſo nahe zu erforſchen vermag, durch bloſse Hülfe eines mathematiſchen Inſtruments, des *Vervielfältigungskreiſes?*"

Die Herren Biot und Arrago bemerken, daſs die Reſultate und die Annäherungen, auf welche ſie gekommen ſind, dem Syſteme der *Emiſſion* des Lichtes ſehr günſtig ſind, und gegen das Syſtem der *Undulation* zu ſprechen ſcheinen. „Denn", ſagen ſie, „nach jenem Syſteme iſt es ſehr begreiflich, daſs das Brechungsvermögen der zuſammen geſetzten Körper von dem Brechungsvermögen ihrer Beſtandtheile abhängen muſs: denn die anziehenden Kräfte müſſen ſich nach Verhältniſs der Maſſen mit einander verbinden, und daſs die Verdichtung ſo wenig Einfluſs hat, iſt bloſs ein Beweis der unglaublichen Entfernung, worin ein Lichttheilchen ſich vom andern befindet, und ihrer ausnehmenden Feinheit, im Vergleich mit den Theilchen der Körper und des Abſtandes dieſer Theilchen von einander; Eigenſchaften, worauf ſchon viele andere Phänomene geführt haben. Will man dagegen mit Huyghens und den Anhängern ſeiner Lehre annehmen, das Licht beſtehe in Schwingungen einer ſehr elaſtiſchen Materie und gehe nicht durch andere Körper hindurch, ſo wird jene ſo einfache Beziehung, worin die zuſammen geſetzten Körper mit ihren Beſtandtheilen ſtehn, völlig unbegreiflich; denn in dieſem Falle müſste die gröſsere oder geringere Dichtigkeit der Mittel nothwendig einen ſehr zuſammen geſetzten Einfluſs auf den Gang, die Richtung und die

Geſchwindigkeit der Lichtwellen haben, die ſich darin fortpflanzen; beſonders wenn im Gaszuſtande die Beſtandtheile einen zwei bis drei tauſend Mahl gröſsern Raum, als im tropſbaren Zuſtande einnehmen, wie das zum Beiſpiele mit dem Waſſerſtoff und Sauerſtoff des Waſſers der Fall iſt."

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Körper hat auch auf das wohl bekannte Phänomen der *Farbenzerſtreuung* durch das Prisma Einfluſs. Die Zerſtreuung ändert ſich im Allgemeinen mit der brechenden Kraft, und dieſes ſcheint zu beweiſen, daſs die kleinſten Theilchen der Körper eine etwas ungleiche Einwirkung auf die Lichttheilchen äuſsern. Auch auf dieſe Ungleichheit könnte man ein ähnliches noch feineres Mittel der Analyſe gründen; und es lieſse ſich aus der beobachteten Farbenzerſtreuung von tropfbaren Flüſſigkeiten auf die Zerſtreuung ſchlieſsen, welche in den Gasarten, aus denen ſie beſtehn, Statt findet, die aber bei der geringen Dichtigkeit derſelben ſo klein iſt, daſs ſie ſich nicht mehr ſchätzen läſst. So z. B. würde man die Zerſtreuungskraft der atmoſphäriſchen Luft aus der des Sauerſtoffs und des Stickſtoffs in derjenigen Flüſſigkeit, welche aus beiden beſteht, berechnen können.

Nicht bloſs für die Chemie, ſondern auch für die *Aſtronomie* iſt die Arbeit, von der wir hier Bericht ertheilt haben, von bedeutendem Nutzen. Die ſtrahlenbrechende Kraft der atmoſphäriſchen Luft, welche durch dieſe Verſuche beſtimmt worden iſt, macht eins

der miſslichſten und ſchwierigſten Elemente in der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung aus. Sie läſst ſich auf zwei verſchiedenen Wegen finden: aus einer groſsen Menge Beobachtungen am Himmel, und auf dem irdiſchen directen Wege, welchen die Verfaſſer eingeſchlagen haben. Herr Delambre, dem die Aſtronomie ſo viele andere ſchätzbare Reſultate verdankt, hat, zum Behuf ſeiner Sonnentafeln, vor kurzem das Brechungsvermögen der Atmoſphäre aufs neue nach den Formeln des Herrn De La Place unterſucht; und der Coefficient, welchen er aus mehr als 500 Beobachtungen abgeleitet hat, iſt der, welcher in der *Mécanique céleſte* gebraucht wird. *) Es findet ſich, daſs eine einzige der irdiſchen Beobachtungen unſerer Verfaſſer völlig ausreicht, dieſen Coefficienten des Herrn Delambre zu geben; denn keine ihrer Beobachtungen, welche man in der oben (S. 372) mitgetheilten Tabelle findet, weicht von demſelben um eine Gröſse

*) Herr Delambre hat, wie in der *Mécan. céleſte* angegeben wird, aus Beobachtungen der gröſsten und kleinſten Höhen circumpolarer Sterne die Strahlenbrechung in 50° ſcheinbarer Höhe, bei 0° Wärme und $0^{m},76$ Barometerſtand, gefunden = 186″,728; und hieraus berechnet Herr De La Place die Gröſse, welche er mit L bezeichnet, = 187″,087 oder in Theilen des Halbmeſſers = 0,000293876. Es iſt aber, (*daſ.*, S. 246,) $L = \frac{\alpha}{1-2\alpha}$, welches den S. 372 angegebenen Werth von L = 0,000294047 giebt. *Gilb.*

ab, die noch in Betracht käme, und das Mittel aus allen beſtimmt ihn ſo, daſs daraus in dem Orte der Sterne in 45° Höhe kein Unterſchied von $\frac{1}{8}$ Secunde entſteht; eine Uebereinſtimmung, die in der That höchſt merkwürdig, und ganz dazu gemacht iſt, dieſen Beobachtungen völliges Zutrauen zu erwerben.

Ein nicht minder intereſſantes Reſultat dieſer Arbeit iſt die Gewiſsheit, welche ſie uns giebt, daſs das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft ihrer Dichtigkeit, bis zum äuſserſten Grade der Verdünnung, genau proportional bleibt. Dieſes Geſetz läſst ſich jetzt ohne alles Bedenken ſo wohl bei der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, als bei der Reduction der Beobachtungen zum Grunde legen. Die Refractionstafeln, welche das Längenbüreau in Frankreich ganz vor kurzem heraus gegeben hat, gründen ſich auf dieſes Geſetz, auf den Coefficienten des Herrn Delambre und auf die vortreffliche Analyſe des Herrn De La Place; ſie haben daher alle Vollkommenheit, welche die Aſtronomen je werden wünſchen können.

Endlich iſt für die Aſtronomie auch die Beſtimmung des Coefficienten für Höhenmeſſungen durch das Barometer, oder des genauen Verhältniſſes der ſpecifiſchen Gewichte von Luft und Queckſilber, nicht ohne Nutzen. Denn hiervon hängt die Höhe ab, welche die Atmoſphäre haben würde, wenn ſie durchgehends gleich dicht wäre, und auch dieſes iſt

eins der Elemente der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung.

Folgender Maſsen beſchlieſsen die Herren Biot und Arrago ihre Abhandlung:

„Wir glauben aus unſern Unterſuchungen noch eine andere nicht minder wichtige Folgerung ziehen zu können; ſie erfordert indeſs, daſs wir kürzlich an das erinnern, was die Phyſiker und Chemiker über die Natur und über die Miſchung der Atmoſphäre dargethan haben. Lord Cavendiſh iſt der erſte geweſen, der zu beweiſen ſuchte, daſs die beiden Elemente der atmoſphäriſchen Luft in ihr ſtets nach einerlei Verhältniſs vorhanden ſind, an allen Orten und bei allen Temperaturen, die auf der Erde Statt finden. Dieſes groſse Reſultat iſt durch die Verſuche beſtätigt worden, welche ſeitdem die Herren De Marti in Spanien, Berthollet in Aegypten und Frankreich, und Davy in England und mit Luft, welche Beddoes von der Küſte von Guinea erhalten hatte, angeſtellt haben. *) Doch einen der ſchönſten Verſuche in dieſer Hinſicht verdanken wir Herrn Gay-Luſſac, der aus einer Höhe von 6900 Mètres, der gröſsten, die ein Menſch erreicht hat, zu der er ſich in einem Luftballon erhoben hatte, Luft mit herab gebracht, und ſie zugleich mit Luft, wie ſie an der Oberfläche der Erde iſt, zerlegt hat; **)

*) *Annalen*, XX, 83, Anm. *Gilb.*

**) *Annalen*, XX, 36. *Gilb.*

beide enthielten dieſelben Beſtandtheile und nach demſelben Verhältniſſe, welches beweiſt, daſs die Conſtitution der Atmoſphäre in dieſen groſsen Höhen ganz dieſelbe als an der Oberfläche der Erde iſt. Dieſe Reſultate ſind noch beſſer beſtätigt worden durch die Verſuche, welche die Herren von Humboldt und Gay-Luſſac ſeitdem gemeinſchaftlich über die Eudiometrie angeſtellt haben. Luft an der Oberfläche der Erde hat an verſchiedenen Tagen, bei verſchiedener Witterung und Temperatur, in ihrer Miſchung keine Verſchiedenheit gezeigt; immer fand ſich in ihr dem Volumen nach 0,21 Sauerſtoff, 0,787 Stickſtoff und 0,003 Kohlenſäure."

„Ich ſelbſt habe Gelegenheit gehabt, dieſes groſse Geſetz der Natur während einer Alpenreiſe, die ich im vorigen Jahre gemacht habe, zu beſtätigen. Die atmoſphäriſche Luft, welche ich an den verſchiedenſten Orten, in tiefen Thälern, auf hohen Bergen, an den Ufern des Genfer und des Neufchateler Sees, auf den Gletſchern von Chamouni, auf dem Col de Balme, im Walliſerlande, auf dem groſsen St. Bernhard, zu Turin und zu Grenoble analyſirt habe, zeigte mir überall einerlei Miſchung."

„Nun haben wir aber aus den vorhin erzählten Verſuchen gefunden, daſs das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft dem Brechungsvermögen ihrer Beſtandtheile genau entſpricht. Folglich muſs überall auf der Erde, bei gleicher Dichtigkeit, die

brechende Kraft der atmoſphäriſchen Luft dieſelbe ſeyn. Die von den Mathematikern und Aſtronomen in Europa nach ihren Beobachtungen berechneten Refractionstafeln gelten daher ohne alle Abänderung an allen Orten der Erde, es ſey denn, das Brechungsvermögen der Luft verändere ſich mit der Wärme, worüber uns die Verſuche belehren werden, die wir während dieſes Sommers anzuſtellen hoffen."

„Wir haben uns in dieſer Abhandlung bemüht, den Phyſikern und den Chemikern einige nützliche Reſultate zu übergeben, die auf exacten Beobachtungen und Berechnungen beruhn. Wir haben geſucht, alle phyſikaliſche Data, welche bei der Theorie der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre, zum Grunde gelegt werden, und die man bis jetzt aus den aſtronomiſchen Beobachtungen gefolgert hatte, durch directe Verſuche zu beſtimmen. Und in dieſer Hinſicht haben wir hauptſächlich die Beantwortung der Fragen vor Augen gehabt, welche der Verf. der *Mechanik des Himmels* in ſeinem zehnten Buche aufwirft, und wir wünſchen die Gegenſtände, auf welche Herr De La Place hier die Phyſiker aufmerkſam macht, der Entſcheidung näher gebracht zu haben.

II.

NOTIZ

des Hrn. De La Place *von ſeiner Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung,*

(und von neuern Verſuchen des Herrn Gay-Luſſac *über die Ausdehnung der Luft durch Wärme.)* *)

Die Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung iſt durch die Beziehung, in der ſie mit der allgemeinen Anziehung ſteht, und durch ihren Einfluſs auf die Beobachtungen der himmliſchen Körper gleich intereſſant und wichtig. Die Luft, durch welche hindurch wir die Sterne ſehn, lenkt die Strahlen derſelben nach Geſetzen ab, die der Aſtronom ſo genau als möglich kennen muſs. Sie hängen von der Conſtitution der Atmoſphäre ab, und

*) Entlehnt aus der Vorrede des *Traité de Mécanique céleſte par* M. La Place, t. 4, Paris 1805, p. XXf. Das zehnte Buch dieſes Werks beſtimmte Herr De La Place verſchiedenen Unterſuchungen, welche mit der Mechanik des Himmels in einiger Beziehung ſtehen, und in der Vorrede ſchildert er den Gang, den er genommen hat, und der ihn, wie der Leſer aus dem vorigen Stück der Annalen weiſs, ſpäterhin viel weiter führte, als er ſelbſt geahndet zu haben ſcheint. *Gilb.*

von den Veränderungen, welche im Drucke und in der Wärme der Luft Statt finden. Ich habe zu Anfang des zehnten Buchs der himmliſchen Mechanik die Analyſe derſelben umſtändlich entwickelt; ſie erfordert beſondere Kunſtgriffe, wenn der Stern ſehr nahe beim Horizonte iſt. Die Brechung, welche die Strahlen leiden, hängt in dieſem Falle von dem Geſetze ab, wornach die Wärme in den höhern Luftſchichten abnimmt. Das von mir aufgeſtellte Geſetz gewährt nicht nur eine leichte Rechnung, ſondern ſtellt auch zu gleicher Zeit, die Verſuche über dieſe Abnahme der Wärme, die Beobachtungen der Refractionen, und die Barometerſtände in verſchiedenen Höhen dar. Glücklicher Weiſe hängt die Strahlenbrechung, wenn die Höhe des Sterns über 11 bis 12 Grad iſt, nur noch allein von dem Zuſtande der Luft am Orte des Beobachters ab, und dieſen Zuſtand zeigen unſre meteorologiſchen Inſtrumente. Bei gleichen Temperaturen iſt das Volumen derſelben Luftmaſſe dem Drucke, den ſie leidet, verkehrt proportional; um aber auf die Variationen eines Luftvolumens aus denen eines Queckſilberthermometers ſchlieſsen zu können, muſs man aufs genaueſte wiſſen, in wie weit der Gang dieſes Inſtruments mit dem eines Luftthermometers überein ſtimmt.

Herr Gay - Luſſac hat hierüber eine groſse Zahl ſehr genauer Verſuche angeſtellt. Er hat die äuſserſte Sorgfalt angewendet, mehrere Queckſilber- und Luftthermometer richtig zu graduiren,

und beſonders die Glasröhren, aus denen er die Thermometer verfertigte, vollkommen zu trocknen; denn die Feuchtigkeit derſelben iſt die Haupturſache der Verſchiedenheit in den Reſultaten geweſen, welche die Phyſiker in dieſen Verſuchen erhalten hatten. Dieſe Thermometer tauchte er in daſſelbe Waſſer von der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes, und in daſſelbe kochende Waſſer; und ſo fand er im Mittel aus einer groſsen Menge von Reſultaten, nachdem ſie wegen der Ausdehnung des Glaſes und wegen der Veränderung des Barometerſtandes während der Verſuche corrigirt worden waren, daſs eine Luftmaſſe, welche in der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes den Raum 1 einnimmt, in der Temperatur des kochenden Waſſers ſich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 0,76 Mètres, (28 par. Zoll,) Barometerhöhe ausdehnt. *) Tobias Mayer, ein eben ſo genauer Phyſiker als groſser Aſtronom, hatte durch Verſuche, für deren Genauigkeit er gut ſagte, gefunden, daſs bei dieſer Temperaturveränderung die Luft ſich von dem Volumen 1 bis zu dem von 1,380 ausdehne, welches nur ſehr wenig von dem vorher gehenden Reſultate abweicht, mit welchem auch die Verſuche des Dr. Dalton vollkommen überein ſtimmen. **)

*) Man vergl. den folgenden Aufſatz. *Gilb.*

**) Wo auch nicht vollkommen, doch ſo nahe, als es bei der Art, wie Dalton's Verſuche angeſtellt ſind, nur immer verlangt werden kann. Mit

Um zu prüfen, ob ein Luft- und ein Queckſil-ber-Thermometer in ihrem Gange überein ſtimmen, theilte Herr Gay-Luſſac den Raum, um wel-

dem Verſuche Tobias Mayer's iſt wahrſcheinlich der Verſuch gemeint, welchen Herr Hofrath Mayer in Göttingen in ſeiner belehrenden Schrift: *Phyſik. mathem. Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht und Anwendung auf das Höhenmeſſen vermittelſt des Barometers*, Frankf. 1786, S. 75, umſtändlich beſchreibt, der aber ihm, nicht ſeinem Vater, gehört. Er wurde am 23ſten Januar 1786 mit einem Amontons'ſchen Luftthermometer angeſtellt, das Herr Mayer genau calibrirt hatte. Die Kugel dieſes Luftthermometers ſammt dem Halſe derſelben faſste 3072 Gran Queckſilber, bei einer Temperatur von 0° R.; und die Luft, welche ſich in ihr befand, nahm bei dieſer Temperatur, unter einem Drucke von 27″ 1‴ par. Barometerhöhe und 3″ 11‴,8 Queckſilberhöhe, das Volumen von 2443,3 Gran Queckſilber ein. Als das Inſtrument in kochendes Waſſer getaucht wurde, nahm das Volumen der Luft in der Kugel, unter einem Drucke von 27″ 1‴ + 14″ 9‴,6 Queckſilberhöhe, das Volumen von 2512,2 Gran Queckſilber ein. Die Druckhöhen vermehrt Herr Mayer wegen des Einfluſſes der Capillarität beide um 3″. Da nun das Volumen der Luft bei gleichem Drucke dem beobachteten Volumen und dem Drucke, unter dem dieſes ſteht, direct proportional iſt; ſo iſt nach dieſen Verſuchen das Volumen der Luft

bei 0° R.: bei der Hitze des unter 27″ 1‴ Barometerhöhe ſiedenden Waſſers = (2443,3 : 2512,2) + (376‴,6 : 506‴,4), das iſt = 1 : 1,382.

chen die thermoſkopiſchen Flüſſigkeiten in beiden Thermometern ſich vom Froſt- bis zum Siedepunkte des Waſſers ausdehnen, genau in zwei gleiche

Hierbei iſt aber noch mehreres nicht in Rechnung gebracht:

1. Die Ausdehnung des Queckſilbers, welche wegen der Art, wie nach dem Queckſilberſtande das Luftvolumen in der Kugel berechnet wurde, dieſes Volumen ſcheinbar vergröſserte, auch einen ſcheinbar gröſsern Druck gab, als der ſpecifiſch leichter gewordenen Queckſilberſäule wirklich zukam. Hr. Mayer nimmt an, das Queckſilber dehne ſich von 0 bis 80° R. Wärme um 0,0156 ſeines Volumens aus; und berechnet hiernach das wegen der Ausdehnung des Queckſilbers corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze = 1,370. Nach den Verſuchen von De La Place und Lavoiſier beträgt aber jene Ausdehnung $\frac{1}{54,12}$ = 0,0184. Wird hiernach die Berechnung verändert, ſo verwandeln ſich in der obigen Proportion die hintern Glieder in folgende: 2500,8 und 503.

2. Die Ausdehnung des Glaſes bringt Herr Hofrath Mayer nicht mit in Anſchlag. Sie erweiterte den Raum der Kugel und der Röhre des Luftthermometers, der bei 0° Wärme dem Volumen von 3170 Gran Queckſilber gleich war, (die Röhre ſo weit gerechnet, als in ihr das Queckſilber bei 80° Wärme ſtand,) und verminderte alſo ſcheinbar die Ausdehnung der Luft. Herr Soldner giebt in dem folgenden Aufſatze eine ſehr leichte Methode an, den Einfluſs zu berechnen, den die Ausdehnung der Gefäſse durch Wärme hat. Ihr

Theile, wodurch er in jedem den 50ſten Grad der Centenſimalſcale erhielt. Darauf tauchte er ſie in Waſſer von dieſer Temperatur, und fand, daſs der

zu Folge betrug ſie in dieſem Falle ſo viel als das Volumen von $3170 . 3 . 0{,}00083 = 11{,}7$ Gran Queckſilber. Dadurch wird aus 2500,8 in 1, 2512,5; und alſo das wegen der Ausdehnung des Queckſilbers und des Glaſes corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze $= \frac{2512{,}5}{2443{,}3} \cdot \frac{503}{376{,}6} = 1{,}373$.

3. Da der Verſuch bei einem Barometerſtande von 27″ 1‴ angeſtellt wurde, ſo hatte das kochende Waſſer eine geringere Wärme als 80° R.; und zwar von 79°,34 R., wenn man nach der ſehr einfachen Formel rechnet, welche Herr Soldner hierfür in den *Annalen*, XVII, (1804, 2,) 63, gegeben hat. Zu dieſer Temperatur gehört die eben berechnete Ausdehnung, und alſo zu einer Wärme von wahren 80° R., ein Volumen der Luft $1{,}373 + 0{,}373 . \frac{0{,}66}{80} = 1{,}376$.

Nach allen Correctionen ſtimmt alſo dieſer Verſuch unerwartet genau mit dem Reſultate des Herrn Gay-Luſſac überein, und doch ſagt Herr Mayer nicht, daſs er Röhre und Queckſilber zuvor ſorgfältig getrocknet, oder gar das Luftthermometer ausgekocht habe. Lambert's ganz ähnlicher Verſuch gab 1,375, und ſelbſt die minder vollkommenen Verſuche von Amontons, Cruquius u. a. in Luftthermometern weichen nicht ſehr weit von der Wahrheit ab. Kann vielleicht in der Kugel kein Dampf beſtehen, auch wenn ſie in ſiedendes Waſſer getaucht wird, weil dann der Druck in derſelben um die Hälfte gröſser, als der

Stand beider immer nur höchſt wenig verſchieden, und bald das eine, bald das andere das höhere war, ſo daſs ein Mittel aus 20 Verſuchen zwiſchen dem

Luftdruck, die Kraft der Verdampfung aber nur dem Luftdrucke gleich iſt? Wenn in der rings umſchloſſenen Kugel der Dampf den ganzen Druck des Queckſilbers'und der Atmoſphäre, (vermittelſt deſſelben,) aushalten müſste, ſo würde allerdings in ihr kein Dampf beſtehen und das Volumen der Luft ſcheinbar vergröſsern können; allein nach Dalton's Vorſtellung kömmt in dieſem Falle nur ein Theil des Drucks auf den Dampf, der übrige auf die Luft, (vergl. *Annalen*, XV, 48 f.;) und ſo ſehr dieſe Vorſtellung mit allen Geſetzen der Hydroſtatik im Widerſpruche zu ſeyn ſcheint, ſo ſprechen doch dafür nicht bloſs Dalton's Verſuche, ſondern auch, (wie ich daſ., S. 42, gewieſen habe,) ein Verſuch des Herrn Prof. Schmidt. Darin kann kein weſentlicher Unterſchied liegen, daſs im Luftthermometer die Luft im Innern der Kugel bei ziemlich unverändertem Volumen bleibt, und nur ihre Elaſticität verändert; während im Varignon'ſchen Manometer und in ähnlichen Vorrichtungen der Druck conſtant iſt, und das Volumen der Luft ſich dem gemäſs ändert; denn auch der Schmidt'ſche Verſuch mit völlig feuchter Luft wurde in einer Art von Luftthermometer angeſtellt. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, daſs die Kugeln der Amontons'ſchen Luftthermometer gar keine, oder nur höchſt wenig tropfbare Flüſſigkeit enthalten, weil man ſie, gleich nachdem die Kugel geblaſen iſt, mit Queckſilber zu füllen pflegt.

Der in einem Varignon'ſchen Manometer mit

Stande beider keinen merkbaren Unterſchied gab; woraus man ſchlieſsen muſs, daſs vom Nullpunkte bis zum Siedepunkte des Waſſers der Gang des Luftthermometers und der des Queckſilberthermometers ſehr nahe derſelbe iſt. *)

vieler Sorgfalt ausgeführte Verſuch des Hrn. Luz, (*Ann.*, XIV, 271,) gab für völlig trockne Luft, (im Manometer war Queckſilber ausgekocht und die Luft zuvor durch Salze getrocknet worden,) als das Inſtrument in Waſſer getaucht wurde, das unter 27″ Barometerſtand kochte, eine Ausdehnung von 1,3775, wobei auf die Ausdehnung des Glaſes nicht geſehn iſt. Dieſes würde für ganz trockne Luft bei 80° R. ein Volumen von 1,383 geben. Völlig zufrieden war Herr Luz mit dieſem Verſuche noch nicht. *Gilb.*

*) Dalton ſchloſs aus ganz ähnlichen Verſuchen, das Queckſilber dehne ſich mit zunehmender Wärme verhältniſsmäſsig ſtärker als die Luft aus, (*Annalen*, XII, 313; XIV, 274;) ein Reſultat, welches dieſe ſo genauen Verſuche widerlegen. Auch der eben erwähnte Verſuch des Herrn Luz machte dieſes zweifelhaft. — Bei der groſsen Wichtigkeit dieſer Verſuche glaube ich hier noch herſetzen zu müſſen, was Herr De La Place von ihnen in dem Werke ſelbſt, p. 270, ſagt:

„Ueber die Ausdehnung der Luft durch die Wärme haben mehrere Phyſiker Unterſuchungen angeſtellt. Ihre Reſultate weichen bedeutend von einander ab. Ich habe Herrn Gay - Luſſac gebeten, dieſe Verſuche mit aller möglichen Sorgfalt zu wiederhohlen, und beſonders auf die Genauigkeit der Eintheilung der Luft- und Queckſil-

Mehr als dieſe Reſultate bedarf man zur Berechnung der Strahlenbrechung nicht, da es bei ihr nur darauf ankömmt, die Dichtigkeit der Luft zu kennen, welche den beobachteten Barometer- und Thermometer-Ständen entſpricht. Aber in der

ber-Thermometer, und darauf zu ſehen, daſs Luft und Röhren, die er nehmen würde, vollkommen trocken wären; denn es ſcheint mir, daſs von der Feuchtigkeit derſelben die Verſchiedenheit in den Reſultaten der Phyſiker vorzüglich herrührt. Er hat im Mittel aus 25 Verſuchen gefunden, daſs, wenn man die Ausdehnung des Glaſes und die Veränderung des Barometerſtandes während jedes Verſuchs mit in Rechnung bringt, ein Luftvolumen, das in der Froſtkälte durch 1 ausgedruckt wird, in der Wärme des unter 0,76 Mètres Barometerhöhe kochenden Waſſers, zu 1,375 wird. Er hat ferner beobachtet, daſs, wenn das Luftthermometer auf 50° ſteht, das Queckſilberthermometer gleichfalls 50° zeigt, indem das Mittel aus den 25 angeführten Verſuchen keine merkbare Verſchiedenheit gab. Alſo ſcheinen beide Thermometer von 0° bis 100° einerlei Gang zu haben. Bezeichnet man folglich mit x die Menge von Centeſimalgraden eines Queckſilber-Thermometers, ſo iſt das Volumen der Luft in der Temperatur von x Grad $= 1 + 0,00375 \cdot x$. Nehmen wir zur Einheit die Dichtigkeit der Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Barometerhöhe, ſo wird bei einem andern Barometerſtande $0^m,76\,(1 + y)$, der auf 0° Temperatur reducirt iſt, (welches ſich immer ſehr leicht thun läſst, da das Queckſilber ſich für jeden Grad des Centeſimalthermometers um $\frac{1}{5412}$ ausdehnt,) und

Theorie von der Wärme iſt es nöthig, die Grade wahrer Wärme kennen zu lernen, welche zu den Graden des Queckſilber-Thermometers gehören. Dazu würden die hier erwähnten Verſuche uns mit vieler Genauigkeit führen, wenn die Zunahme wahrer Wärme in einer Luftmaſſe, bei unverändertem Drucke, der Zunahme ihres Volumens genau proportional wäre. Dieſe Hypotheſe iſt zum mindeſten ſehr wahrſcheinlich; denn geſetzt, das Volumen der Luft bleibe daſſelbe, während ihre Wärme zunimmt, ſo iſt ſehr natürlich, zu glauben, daſs ihre Kraft der Elaſticität, von der die Wärme die Urſache iſt, in

für eine Temperatur von x Grad, die Dichtigkeit der Luft ſeyn $= \frac{1 + y}{1 + 0{,}00375 \,.\, x}$."

Hier noch das Reſultat des fortgeſetzten Verſuchs des Herrn Hofraths Mayer, von dem in der vorigen Anmerkung die Rede war. Aus der letzten Zahl ſcheint zu erhellen, daſs auf die Ausdehnung wegen des Queckſilbers bei allen Zahlen geſehn iſt; die wegen des Glaſes wächſt gleichförmig, und iſt daher hier ohne weſentlichen Einfluſs. Die Temperaturen ſind alle nach der wahren reaum. Scale ausgedruckt.

Tem.	0°	10°,8	30°,9	41°,3	50°,5	58°,5	64°,4	70°,4	79°,3
d. Vol.	1	1,051	1,149	1,195	1,241	1,277	1,307	1,332	1,370

Nun iſt 79°,3 — 41°,3 = 38° und 1,370 — 1,195 = 0,175, und es verhält ſich 41,3 : 38 = 0,195 : 0,179. Nach dieſem Verſuche wäre alſo die Luft in ihrer Ausdehnung hinter dem Queckſilber zurück geblieben, wären hier nicht 0,175 und 0,179 für vollkommen gleich zu nehmen. *Gilb.*

demſelben Verhältniſſe zunehmen werde. Brächte man ſie in dieſem neuen Zuſtande unter den vorigen Druck, ſo würde ihr Volumen ſich in dem Maaſse ausdehnen, als ihre Elaſticität gröſser iſt, und folglich im Verhältniſſe der Temperatur. Aus dieſem Grunde ſcheint mir das Luftthermometer die Veränderungen der Wärme ſelbſt genau zu zeigen.*) Da es aber ſchwer zu machen iſt, ſo können wir uns damit begnügen, daſs der Gang deſſelben mit dem des Queckſilberthermometers ein für alle Mahl durch genaue Verſuche verglichen worden iſt.

Bis jetzt hat man bei der Berechnung der Strahlenbrechung noch nicht auf den Stand des Hygrometers geſehen. Es wäre zu wünſchen, daſs man durch directe Verſuche den Einfluſs zu beſtimmen ſuchte, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung äuſsert. Ich habe verſucht, dieſes inzwiſchen unter der Vorausſetzung zu ergänzen, daſs die brechende Kraft des Waſſers und des Waſſerdampfs zu einander in dem Verhältniſſe ihrer Dichtigkeit ſtehen.**) Unter dieſer wahrſcheinlichen Hypotheſe hat der Waſſerdampf eine ſtärkere brechende Kraft, als Luft von gleicher Dichtigkeit; da aber bei gleichem Drucke die Luft dichter als der Waſſerdampf iſt, ſo werden die Strahlen von dem in der Atmoſphäre verbreiteteten Waſſerdampfe

*) Man vergl. hiermit die Gedanken Dalton's, *Annalen*, XIV, 287. *Gilb.*

**) Herrn De La Place iſt alſo brechende Kraft und Brechungsvermögen nicht einerlei. *Gilb.*

würde eben ſo gebrochen, als ſie es von der Luft werden würden, an deren Stelle er ſich befindet; und daher iſt der Einfluſs der Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung faſt unmerklich. *) Dieſes

*) „Ich nehme hierbei an,“ (ſagt Herr De La Place, p. 274 des Werks,) „daſs das Brechungsvermögen des Waſſers im tropfbaren und im Dampfzuſtande daſſelbe ſey. Dieſes iſt in der That die natürlichſte Hypotheſe, die ſich machen läſst, und der analog, welche man in der Theorie der Strahlenbrechung macht, daſs die Gröſse, [ſie kömmt auf die S. 366, Anm., angegebene $\frac{i^2-1}{\varrho}$ hinaus,] mit der Dichtigkeit der Luft ſich nicht verändere. Beim Uebergange aus dem leeren Raume in Waſſer iſt das Brechungsverhältniſs, oder i, nach Newton $\frac{529}{396}$. Ferner folgt aus den Verſuchen Dalton's, Sauſſure's und Watt's, daſs bei gleicher Elaſticität und Temperatur die Dichtigkeit des Waſſerdampfs $\frac{10}{14}$ von der Dichtigkeit der Luft iſt. Endlich iſt nach Lavoiſier die Luft bei 12°,5 Wärme und 0m,76 Druck 842 Mahl ſpecifiſch leichter als Waſſer. — —“ Hieraus folgt für Waſſerdampf von derſelben Temperatur ein Brechungsvermögen = 0,0006552, und für Waſſerdampf bei 0° Wärme von 0,0006966, und dieſes iſt nur wenig gröſser als das Brechungsvermögen der Luft, das bei gleicher Wärme und gleichem Drucke, 0,00058916 iſt, (S. 367, Anm.) Herr De La Place berechnet hieraus folgende Zunahmen der Refraction, bei höchſter Feuchtigkeit der Luft von 15 bis 40° Temperatur, die ſcheinbare Höhe H geſetzt:

Cent. Therm.	15°	; 20°	; 25°	; 30°	; 36°	; 40°
Zun. d. Refr.	0'',563	; 0'',744	; 0'',977	; 1'',274	; 1'',651	; 2'',122 × tg H

beſtätigen einige Beobachtungen von Mittagshöhen, bei denen die Sonne hinter Wolken ſtand, durch die man den Sonnenrand deutlich ſehen konnte; die Strahlenbrechung ſchien durch dieſen Umſtand nicht verändert zu werden.

Die Feuchtigkeit der Luft hat alſo nur einen ſehr wenig merkbaren Einfluſs auf die Strahlenbrechung; im Fall äuſserſter Feuchtigkeit diene indeſs, ſagt Herr De La Place, dieſe Tafel zur Correction der Strahlenbrechung, und aus dem Hygrometerſtande laſſe ſich das Verhältniſs des wirklich vorhandenen Waſſerdampfs zu dieſem Falle äuſserſter Feuchtigkeit abnehmen. — Dieſes iſt unſtreitig die Tafel, nach welcher die Herren Biot und Arrago die Correction wegen des Hygrometerſtandes in ihren Refractionsverſuchen berechnet haben, (S. 360.) Iſt ein Zweifel gegen eine Behauptung, welche Herrn De La Place zu ihrem Urheber hat, nicht allzu gewagt, ſo würde ich hiergegen das Bedenken erheben, daſs Herrn De La Place's Berechnung der Dichtigkeit des Waſſerdampfs ſich auf das ſpeciſiſche Gewicht des *ſiedend heiſsen* Waſſerdampfs bezieht. Mir ſchienen Dalton's und Sauſſure's Verſuche auf ein ſehr viel geringeres ſpeciſiſches Gewicht des Waſſerdampfs in niedrigern Temperaturen zu führen, (*Annalen*, XV, (1803, 9,) 53,) und es iſt mir kein Trugſchluſs in der Berechnung daſelbſt ſeitdem aufgefallen. Sie giebt mir das ſpeciſiſche Gewicht des Dampfs von Waſſer, das in einem eingeſchloſſenen Luftraume unter einem Drucke von 27,483 par. Zoll Queckſilberhöhe, bei 15° Wärme, im Maximo verdunſtet, 52534 Mahl geringer als

Bekanntlich iſt die atmoſphäriſche Luft eine Mengung aus zwei Gasarten, Stickgas und Sauerſtoffgas. Es iſt wahrſcheinlich, daſs beide nicht einerlei brechende Kraft haben; und dann würde die brechende Kraft der Atmoſphäre geändert werden, ſo oft ſich das Verhältniſs beider Gasarten veränderte. Es folgt indeſs aus den zahlreichen und ſehr genauen Verſuchen der Herren von Humboldt und Gay-Luſſac, daſs dieſes Verhältniſs an der Oberfläche der Erde ſehr nahe conſtant iſt; und daſſelbe hatte der letztere in Luft gefunden, die er in einem Aeroſtate aus einer Höhe von mehr als 6500 Mètres mit herab gebracht hatte.

das ſpeciſiſche Gewicht des Waſſers bei 0° R., (bei der Wärme, bei der ein par. Kubikfuſs Waſſer 70 par. Pfund wiegt;) und ein ſolcher Dampf muſs ein 46,34 Mahl geringeres ſpec. Gewicht haben, als der Dampf von Waſſer, das unter demſelben Drucke im luftleeren Raume kocht: weil nämlich, Dalton's Geſetz zu Folge, von dem Drucke, welchen feuchte Luft leidet, nur ein Theil auf den Dampf darin wirkt, und zwar nur ſo viel, daſs dadurch der Expanſivkraft des Dampfes das Gleichgewicht gehalten wird; eine Anſicht, von der es zu wünſchen wäre, daſs einige mathematiſche Phyſiker ſie näher erörterten. Da nach der Soldner'ſchen Formel, (*Annalen*, XVII, 161, und der folgende Auff.,) zu einem Drucke von 27″,483 eine Siedehitze von 79°,6 R. oder 211°,1 F. gehört, ſo würde dieſer Rechnung zu Folge das ſpeciſiſche Gewicht des unter einem Drucke von 28″ Queck-

Das Brechungsvermögen der Atmoſphäre läſst ſich entweder durch directe Verſuche mit Luft, als einem brechenden Mittel, oder durch aſtronomiſche Beobachtungen auffinden. Die groſse Zahl und die Genauigkeit der Beobachtungen dieſer Art, in deren Beſitz wir ſind, hat mich für die letztere Methode entſchieden, und ich habe aus ihnen für die Strahlenbrechung über 12 Grad ſcheinbarer Höhe, eine Formel abgeleitet, die ich für ſehr genau halte, wenigſtens im Falle das Brechungsvermögen der Luft, der Dichtigkeit derſelben genau proportional iſt, und weder Temperatur noch Feuchtigkeit einen merklichen Einfluſs auf dieſes ihr Brechungsvermö-

ſilberhöhe ſiedenden Waſſers ſeyn $= \frac{29,47}{30} \cdot 1133 =$ 1113 Mahl kleiner, als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers bei 0° Wärme, und, (ſetzt man nach S. 367 a das ſpecifiſche Gewicht der atmoſphäriſchen Luft bei 28″ Druck und 0° Wärme $= \frac{1}{772,25}$,) $\frac{772,5}{1113} = \frac{10}{14,4}$ vom ſpecifiſchen Gewichte der Luft unter 28″ Druck und von 0° Wärme; (welches faſt genau mit der Rechnung des Hrn. De La Place überein ſtimmt;) aber nur $\frac{1}{2}$ von dem ſpec. Gewichte gleich heiſser Luft unter 28″ Druck. — Das ſpec. Gewicht des in völlig feuchter Luft von 15° R. Wärme unter einem Drucke von 28″ Queckſilberhöhe verbreiteten Waſſerdampfs, würde dagegen vom ſpecifiſchen Gewichte gleich warmer atmoſphäriſcher Luft unter 28″ Druck, nur $\frac{10}{14,4} \cdot \frac{1}{46,54} \cdot 1,075$, das iſt $\frac{1}{62}$, betragen. *Gilb.*

gen haben; drei Sachen, von denen zu wünſchen wäre, daſs ſie durch eine groſse Menge von Beobachtungen und Verſuchen verificirt würden. Dazu würde ich vorzüglich Beobachtungen der Mittagshöhen einiger Sterne, die nicht höher als 12 bis 15 Grad über den Horizont herauf ſteigen, bei groſser Kälte und groſser Hitze, bei ſehr hohen und ſehr niedrigen Barometerſtänden empfehlen. Man hat zu dieſer Abſicht eine Reihe von Beobachtungen auf der pariſer Sternwarte angefangen, welche man eine bedeutende Reihe von Jahren über fortſetzen wird.

Die Theorie ſetzt voraus, daſs in jeder mit der Erde concentriſchen Luftſchicht die Dichtigkeit durchgehends dieſelbe ſey. Es wäre möglich, daſs Winde und andere Urſachen dieſes abänderten; wir würden das nicht wahrnehmen können, auf die Strahlenbrechung müſste es aber Einfluſs haben. Dieſem Umſtande muſs man vorzüglich die kleinen Differenzen zuſchreiben, welche ſich in den Beobachtungen deſſelben Sterns an verſchiedenen Tagen finden. So ſehr man auch die aſtronomiſchen Inſtrumente vervollkommnen mag, dieſe Quelle von Irrung wird doch immer die vollkommenſte Präciſion der Beobachtungen unmöglich machen.

Die vorher gehenden Unterſuchungen, welche ſich auf die Conſtitution der Atmoſphäre gründen, haben mich zu einer ſehr einfachen Formel für die *Meſſung der Höhe der Berge durch das Barometer* geführt, in der auf die Variationen der Schwere nach der Breite und nach den Höhen über dem

Meere

Meere Rückſicht genommen iſt. Ich hätte gewünſcht, dabei auf das Hygrometer ſehen zu können; aber noch fehlt es uns hierzu an hinlänglichen Beobachtungen. Herr Ramond hat den Hauptcoefficienten dieſer Formel mit Genauigkeit aus den vielen zuverläſſigen Barometerbeobachtungen beſtimmt, die er auf mehrern Bergen gemacht hat, deren Höhe bekannt iſt. *)

Die Atmoſphäre macht einen Theil der Lichtſtrahlen verlöſchen, die durch ſie hindurch gehn. Ich beſtimme das Geſetz dieſer Extinction, die auch in der Atmoſphäre der Sonne Statt finden muſs. Aus einer Vergleichung meiner Formeln mit einem intereſſanten Verſuche Bouguer's über die Lichtſtärke der verſchiedenen Punkte der Sonnenſcheibe, folgt, daſs dieſes Geſtirn, wenn es ſeiner Atmoſphäre beraubt würde, uns 12 Mahl ſtärker leuchtend ſich zeigen würde. **)

*) Von der Formel und von dieſer Beſtimmung ihres Coefficienten künftig. *Gilb.*

**) Die übrigen fünf Kapitel des zehnten Buchs haben zu ihrem Gegenſtande Materien aus der Mechanik und der phyſiſchen Aſtronomie, weſshalb ich, was Herr De La Place von ihnen ſagt, hier übergehe. „Es iſt mir nichts mehr übrig," (ſo beſchloſs er die Vorrede,) „um die Verbindlich„keit ganz zu erfüllen, die ich beim Anfange die„ſes Werks auf mich genommen habe, als einen „hiſtoriſchen Abriſs der Arbeiten der Mathematiker

„und der Aſtronomen über das Weltſyſtem hinzu „zu fügen; dieſes wird der Gegenſtand des eilften „und letzten Buches ſeyn.“ Von dem Supplemente zum zehnten Buche, welches Herrn De La Place's Entdeckungen über die Geſetze und Phänomene der Anziehung in der Berührung enthalten wird, habe ich dem Leſer im vorigen Stücke ſchon einiges mitgetheilt, und mehr davon wird in den nächſten Heften folgen. Möge es bei dem anhaltenden Nachdenken des groſsen Mannes über einen ſo fruchtbaren Gegenſtand, in welchem er die Bahn gebrochen hat, immer mehr anwachſen, und möge das bewundernswürdige Werk noch lange nicht zu Ende gebracht werden! *Gilb.*

III.
NACHTRAG
zu der Abhandlung über das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe,

von

SOLDNER in Berlin.

Als Einleitung zu dieſer Abhandlung, auf deren groſses Verdienſt ich den Phyſiker nicht aufmerkſam zu machen brauche, ſtehe hier ein Auszug aus einem Briefe des Herrn Verfaſſers an mich, der die Abhandlung begleitete. Möchte er denen, welche angefangen haben, Dalton's Verſuchsreihen zu wiederhohlen, Veranlaſſung werden, uns etwas von ihren Verſuchen bekannt zu machen! geſetzt auch, daſs es ihnen noch nicht gelungen wäre, allen ihren Anforderungen zu genügen. Vollkommenheit iſt in menſchlichen Dingen ſo ſchwer zu erringen, daſs ein zu groſses Streben nach derſelben nur zu leicht uns ganz um ſehr dankenswerthe Forſchungen bringt. *Gilb.*

Berlin den 2ten Dec. 1806.

„Sie erhalten hier einen Nachtrag zu meiner Abhandlung über Dalton's Verſuche. — — Ich ſchmeichle mir, meine jetzige Bearbeitung wird Ihren Forderungen entſprechen; und ſollte dies nicht ganz der Fall ſeyn, ſo habe ich bewieſen, daſs zur Zeit nicht mehr geleiſtet werden könne. Weitere Aufklärung in der Sache hängt von fernern Verſuchen ab; von Seiten

der Analyſe iſt nichts mehr zu thun. — — Sie wenden gegen mich ein, (*Annalen*, XVII, 52,) daſs nach Dalton die Expanſivkraft bei einer gewiſſen ſehr hohen Temperatur nicht null werde, wie nach meiner Formel, ſondern conſtant, und finden für die Conſtante 1 Zoll, d. i., die Einheit. Allein, wenn *e* ein gewiſſes Glied, *e'* das nächſtfolgende gröſsere, und *n das* iſt, was Dalton den Exponenten zwiſchen beiden nennt; ſo ſetzt Ihr Einwurf voraus, es ſey $e^n = e'$; nach Dalton iſt aber $en = e'$. Deshalb müſſen auch in Ihrer ſonſt ganz richtigen Darſtellung des Dalton'ſchen Geſetzes, *Annalen*, XV, 35, die Exponenten in Factoren verwandelt werden. [Dies iſt richtig; wie ich in der Darſtellung zu den Potenzen gekommen bin, weiſs ich mir nicht zu erklären. G.] — — Aus dem Anhange werden Sie ſehen, daſs La Place die Sache gerade ſo angegriffen hat, wie ich; darauf thue ich mir etwas zu Gute. — Sie fragen mich in Ihrem Briefe, was ich über des Hofraths Parrot Einwürfe gegen Dalton denke. Ich habe geglaubt, es Dalton, und noch mehr der Sache ſchuldig zu ſeyn, dieſes vor dem Publicum zu ſagen. Mit der Form, wie es geſchehn iſt, werden Sie, hoffe ich, zufrieden ſeyn. Ich bin ein Feind aller litterariſchen Zänkereien, beſonders der unartigen. — —"

„Ich kann bei dieſer Gelegenheit die Klage nicht unterdrücken, daſs es ein faſt allgemeines Uebel iſt, daſs unſere Phyſiker, (vielleicht vorzüglich die deutſchen,) ſo wenig mathematiſche Kenntniſſe beſitzen. — Ein Phyſiker ohne alle Kenntniſs der Mathematik iſt auf jeden Fall ein Unding. — Sie verſtehen daher nicht, dem Mathematiker, der aus ihren Verſuchen Folgerungen ziehen will, vorzuarbeiten, und ihm brauchbare Materialien zu liefern; mit einem Worte, ſie ſind ſich ſelten deutlich bewuſst, was ſie ſuchen ſollen. Schon De

Luc und noch beſſer Lavoiſier ſind ihnen mit Beiſpielen voran gegangen; aber — die Fortſchritte des menſchlichen Geiſtes ſind langſam. So z. B. begnügen ſie ſich, bei den delicateſten Verſuchen zu ſagen: die Temperatur war n° nach Reaumur, Fahrenheit u. ſ. w. Aber das iſt nicht genug; man muſs auch wiſſen, bei welchem Barometerſtande der Siedepunkt des Thermometers beſtimmt worden iſt. Und ſo iſt es mit vielen andern Dingen. Sie, als der Herausgeber eines phyſikaliſchen Journals, ... könnten hier zum Beſſern mitwirken, wenn Sie bei jeder Gelegenheit auf Genauigkeit drängen, es denen, die meinen, das ſeyen unbedeutende Kleinigkeiten, jedes Mahl zeigten, daſs ſie ſich trügen, und damit nicht eher nachlieſsen, — bis die Genauigkeit zur *Mode* geworden wäre. Jeder Verſuch hat ohnehin ſeine unvermeidlichen Fehler; alle aber, die vermieden werden können, müſſen ſchlechterdings nicht begangen werden, ſelbſt wenn ſie geringer ſind, als die, welche man bei dem Verſuche für unvermeidlich hält. Der Phyſiker muſs hierin das Beiſpiel des Aſtronomen nachahmen. Wenn dieſer eine Beobachtung in Rechnung nimmt, von der er überzeugt iſt, daſs ſie höchſtens nur auf 2 oder 3 Sec. genau ſeyn kann, ſo wird er ſich während der Rechnung nie erlauben, Zehntel-Secunden zu vernachläſſigen."

„Herr Gay-Luſſac ſagt in ſeiner wichtigen Abhandlung über die Ausdehnung der Gasarten durch Wärme, (*Ann.*, XII, 257,) er habe die Ausdehnung der Luft vom Eispunkte bis zum Siedepunkte des Waſſers 0,375 ihres Volumens beim Eispunkte gefunden. Aber bei welchem Siedepunkte? Darauf kömmt in dieſem Falle ſehr viel an, und darüber giebt Herr Gay-Luſſac keine Auskunft. Herr De La Place druckt ſich über dieſe Verſuche beſtimmt aus, in der Vorrede zu t. 4 der *Mecan. céleſte: Il a trouvé par un milieu entre un grand*

nombre de réſultats corrigés de l'effet de la dilatation du verre, et des variations du Barometre pendant chaque expérience, qu'un volume d'air repréſenté par l'unité, au degré de la glace fondante, devenait 1,375 *à la chaleur de l'eau bouillante ſous une preſſion meſurée par la hauteur* 0m,76 *du barometre.* Aber dieſe Stelle erregt mir einen neuen Zweifel. Herr Gay - Luſſac hat in ſeiner Abhandlung nichts von der Correction wegen der Ausdehnung des Glaſes geſagt, und Sie haben ſie daher nachgehohlt. Auf der andern Seite würde Herr De La Place dieſes nicht ausdrücklich verſichert haben, wenn er nicht genau von der Sache unterrichtet wäre, und er muſs das auch wohl ſeyn, da Hr. Gay-Luſſac die Verſuche auf ſeine Veranſtaltung unternommen hat. Können Sie hierüber keine Gewiſsheit erhalten?"

„Bei dieſer Gelegenheit will ich Ihnen eine ſehr einfache Methode mittheilen, die *Correction wegen der Ausdehnung des Glaſes* zu berechnen. Es ſey die Länge des Glaſes beim Eispunkte 1, und die lineare Ausdehnung deſſelben betrage bei einer Erwärmung bis zum Siedepunkte x. Ein durch Wärme ausgedehntes Gefäſs, *von welcher Form es ſey*, iſt dem nicht ausgedehnten ähnlich, und daher wird deſſen neue Capacität ſeyn: $(1+x)^3$, wenn die beim Eispunkte 1 war. Da bei Glas x ſehr klein iſt, ſo hat man ohne merklichen Fehler $(1+x)^3 = 1 + 3x$. Folglich iſt der Raum, um welchen das Gefäſs gröſser geworden, $= 3x$."

„Da nun ebenfalls das Volumen der Luft beim Eispunkte von Herrn Gay - Luſſac 1 geſetzt wird, ſo müſste zur obigen Zahl 1,375, wenn ſie noch nicht wegen des Glaſes corrigirt wäre, $3x$ addirt werden; oder das wahre Volumen der Luft beim Siedepunkte wäre $1,375 + 3x$. Nach Smeaton iſt $x = 0,00083$; folglich wäre die wahre Ausdehnung der Luft $= 0,3775$."

„Noch etwas über Dalton. Seine Geſetze über die Verdunſtung ſind wohl an ſich ſehr richtig; aber mit der praktiſchen Ausführung wird es ſchwerlich je recht gelingen. Ich habe ſeine meteorologiſchen Beobachtungen in den *Annalen*, XV, 197, wo man Verdunſtung, Temperatur, Condenſationspunkt und Barometerſtand findet, in Rechnung genommen; aber es ſtimmt nichts; den Monat Auguſt ausgenommen, den Dalton ſelbſt zum Beiſpiel gewählt hat. (Warum ſagt er von den andern nichts? Hier wäre etwas Reelles für Herrn Parrot geweſen.) Aber wenn man bedenkt, wie unregelmäſsig der Wind iſt, wie ſchnell und beträchtlich er durch Wolken und durch das Terrain, über welches er nach ſeiner momentanen Richtung gekommen iſt, ſeine Temperatur ändert; ſo läſst ſich die Sache auch nicht anders erwarten. Dieſe Umſtände haben natürlich einen ſehr groſsen Einfluſs auf die Verdunſtung; denn durch die augenblickliche Veränderung der Temperatur der Luft wird zwar der Condenſationspunkt nicht verändert, aber es muſs in der Rechnung voraus geſetzt werden, daſs das Waſſer immer genau die Temperatur der umgebenden Luft hat, und das iſt alsdann nicht der Fall. Durch Windſtöſse werden in dem Waſſer Wellen geworfen, und dadurch die berührende Fläche zwiſchen Waſſer und Luft auſserordentlich vermehrt. Ich bin überzeugt, daſs die Sache an ſich richtig iſt, und auf dem Zimmer, wo die Luft ganz ruhig iſt, ſtimmt; nur im Freien wird ſie nie auszuführen ſeyn." *Soldner*.

In dieſen Annalen der Phyſik, Band XVII, S. 44 u. f., befindet ſich ein Aufſatz von mir: *Ueber das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſer-*

dämpfe nach Dalton's *Verſuchen.* Ich habe darin nur Dalton's unmittelbare Verſuche über das Waſſer in Betracht gezogen, die nur vom Eis- bis zum Siedepunkte reichen. Da aber Dalton ſeine weiter berechnete Tabelle, durch Aether und andere flüchtige Flüſſigkeiten, bewährt hat, ſo iſt der Herr Herausgeber der Annalen nicht damit zufrieden, wie man aus ſeiner Anmerkung, S. 47, ſieht; ſondern verlangt, daſs meine Formel Dalton's Tabelle ganz darſtellen ſoll. Ich habe damahls geglaubt, daſs ich, ſtrenge genommen, nicht weiter gehen dürfe, indem das Uebereinſtimmen mit andern Flüſſigkeiten erſt hierdurch bewährt werden müſſe. Doch ich will hierin gerne nachgeben, und habe gleich damahls, als mir die Einwürfe des Hrn. Prof. Gilbert zu Geſicht gekommen ſind, die unten vorkommende Formel No. I, wo *r* bis zur dritten Potenz geht, aufgeſucht, welche ſeinen Forderungen entſpricht. Seitdem haben mich Reiſen und Geſchäfte ganz anderer Art abgehalten, in der Sache weiter etwas zu thun. Jetzt will ich mich bemühen, nicht nur mein Verfahren, ſondern auch, wo möglich, den Gegenſtand ſelbſt in ein gröſseres Licht zu ſetzen.

Die eigentliche Lage der Sache iſt dieſe. Dalton's Tabelle, ſo wie ſie iſt, durch irgend eine Formel genau darzuſtellen, iſt unmöglich; denn ſie iſt kein Continuum, ſondern beſteht aus drei heterogenen Theilen. Zwiſchen Eis- und Siedepunkt iſt ſie ein Reſultat der Beobachtungen; unter dem

Eispunkte iſt ſie in der Vorausſetzung berechnet, daſs der Exponent zwiſchen 0° und 5° 1,485 iſt und dann abwärts für jede 5° um 0,015 zunimmt; über dem Siedepunkte endlich iſt ſie ſo berechnet, daſs der Exponent zwiſchen 75° und 80° 1,25 und die Abnahme wie oben angenommen wird. Berechnet man aber, vermittelſt dieſer Angaben, den Theil zwiſchen 0° und 80° ebenfalls, ſo wird man finden, daſs dies ſehr wenig mit den Beobachtungen in dieſer Gränze, die doch die Hauptſache bleiben müſſen, ſtimmt. Ich habe mich daher bemüht, den Exponenten zwiſchen 75 und 80° und ſeine Ab- oder Zunahme ſo zu beſtimmen, daſs man den Beobachtungen am beſten Genüge leiſtet. Auf dieſe Art habe ich gefunden: den Exponenten 1,254 und die Differenz der Exponenten 0,0154. Die Reſultate, welche man hieraus erhält, ſtehen in der dritten Columne der folgenden Tabelle und ſind alſo ein wirkliches Continuum.

I. $r =$ 80° + u.	II. e nach Dalton.	III. e nach Dalton's Geſetz.	IV. e nach der Formel II.	V. Abweichung von Dalton.
0°	0,200	0,200	0,200	
5	0,297	0,297	0,296	— 0,001
10	0,436	0,437	0,436	
15	0,630	0,635	0,633	+ 0,003
20	0,910	0,914	0,912	+ 0,002
25	1,29	1,301	1,298	+ 0,01
30	1,83	1,832	1,828	
35	2,58	2,551	2,547	— 0,03
40	3 50	3,514	3,510	+ 0,01
45	4,76	4,785	4,781	+ 0,02
50	6,45	6,443	6,440	— 0,01
55	8,55	8,575	8,574	+ 0,02
60	11,25	11,282	11,282	+ 0,03
65	14,60	14,67	14,67	+ 0,07
70	18,80	18,85	18,85	+ 0,05
75	24,00	23,92	23,93	— 0,07
80	30,00	30,00	30,00	
85	37,04	37,16	37,14	+ 0,10
90	45,18	45,45	45,41	+ 0,23
95	54,48	54,90	54,81	+ 0,33
100	64,82	65,46	65,29	+ 0,47
105	76,06	77,04	76,76	+ 0,70
110	88,19	89,50	89,04	+ 0,85
115	100,99	102,58	101,88	+ 0,89
120	114,15	116,00	114,98	+ 0,83
125	127,29	129,38	127,95	+ 0,66
130	140,13	142,32	140,38	+ 0,25

Es wird gut ſeyn, über dieſe Tabelle hier gleich folgende Erläuterung zu geben. Die zweite Co-

lumne enthält Dalton's unmittelbare Angaben, in engliſchen Zollen. Sie iſt hier nach Dalton's groſser Tabelle, [*Annalen*, XV, 8.] für das Reaumur'ſche Thermometer eingerichtet, ſo weit fortgeſetzt, als Dalton's Angaben reichen. Die Columne III enthält die Reſultate der eben erwähnten Rechnung. Columne IV enthält die Rechnung nach einer unten vorkommenden Formel, (No. II,) und Columne V die Unterſchiede zwiſchen der IVten und IIten Columne oder die Abweichung der Formel von Dalton's Angaben.

Aus der Columne III erſieht man nun, daſs das von Dalton bemerkte Geſetz, conſequent durchgeführt, über dem Siedepunkt beträchtlich von der Tabelle, die mehr ſeinen Beobachtungen angepaſst iſt, abweicht, und daſs es alſo nicht das wahre Geſetz ſeyn kann, wodurch ſeine Verſuche dargeſtellt werden. Man muſs es mithin einſchränken und ſo ausdrucken, daſs die Exponenten nur *beinahe* gleichförmig abnehmen; wie ich auch ſchon, *Annalen*, XVII, 45, gethan habe.

Nun eine Formel zu finden, welche dem von Dalton bemerkten ungefähren Geſetz Genüge thut, dienen folgende Betrachtungen. Gingen die Expanſivkräfte genau in einer geometriſchen Progreſſion fort, während die dazu gehörigen Temperaturen eine arithmetiſche bilden, ſo müſste, wie bekannt, die Expanſivkraft ſich durch die Form ausdrucken laſſen:

$$\log. \frac{e}{E} = a u,$$

wo *a* eine Conſtante bedeutet, *u* die Anzahl Reaum. Grade über dem Siedepunkte, (alſo, wenn *r* die Temperatur nach Reaum., $u = r - 80$ iſt,) endlich *e* die Expanſivkraft, welche zu der Temperatur *r* gehört, und *E* die Expanſivkraft bei 80° R. bezeichnet, oder die Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers beſtimmt worden iſt.

Da Dalton's Progreſſion nur wenig von einer geometriſchen abweicht, ſo läſst ſich voraus ſehen: *daſs man eine ſehr convergirende Reihe erhalten muſs, wenn man folgende Form annimmt:*

$$\log. \frac{e}{E} = u \left\{ a + bu + cu^2 + du^3 + \text{etc. in infinit.} \right.$$

Um vermittelſt dieſer Reihe Dalton's Tabelle hinreichend genau darzuſtellen, iſt es nicht nöthig, weiter als bis zum dritten Gliede zu gehen. Ich habe ſo gefunden:

$$\log. \frac{e}{E} = u \left\{ 0{,}0190833 - 0{,}0000100833 \, . \, u - 0{,}0000000833 \, . \, u^2 \right\},$$

oder, wie es zur Berechnung bequemer iſt,

$$= \frac{(229000 - 1300 \, . \, u - u^2) u}{12000000} \qquad (I$$

Dieſe Formel ſtimmt, bis zur Temperatur 105°, ſehr nahe mit Columne IV der vorher gehenden Tabelle überein; von da an ſind aber die Expanſivkräfte wie folgt: bei 110° 89,10, bei 115° 102,03, bei 120° 115,29, bei 125° 128,50 und bei 130° 141,27.

Nun wird man den eigentlichen Zuſammenhang klar ſehen. Meine erſte Formel, *Annalen*, XVII,

46, läuft darauf hinaus, daſs man bloſs zwei Glieder von der Reihe genommen hat. Aber man ſieht jetzt auch zugleich, daſs ſo wenig die eben gegebene Formel als meine erſte das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, für jede Temperatur, enthalten können; denn ſie ſind beide bloſs die erſten Glieder einer unendlichen Reihe, deren folgende Glieder, bei groſsen Werthen von *r*, ebenfalls merklich werden. Um dieſes allgemeine Geſetz zu finden, oder beſtimmen zu können, wie die Expanſivkraft ſelbſt bei unendlich hoher Temperatur beſchaffen iſt, muſs man die Reihe $a + bu + cu^2 + du^3 +$ etc. *ſummiren.* Dieſe Summation hat ihre eignen Schwierigkeiten, denn es iſt hier nicht von einer analytiſchen Reihe die Rede, wo man das Geſetz der Coefficienten kennt; von den Coefficienten ſind hier nur einige in beſtimmten Zahlen und überdies nicht einmahl genau gegeben. Indeſſen wollen wir es doch verſuchen. *b* und *c* haben wir oben negativ gefunden, und der Umſtand, daſs nach der letzten Formel die Expanſivkraft von 105° an zu groſs wird, beweiſt, daſs die folgenden Coefficienten ebenfalls negativ ſeyn müſſen. Die Reihe wird alſo dieſe Form haben: $a - bu - cu^2 - du^3 -$ u. ſ. w. Betrachtet man die Werthe von *b* und *c* genauer, ſo wird man finden, daſs *c* beinahe das Quadrat von *b* iſt. *c* iſt freilich etwas gröſser als b^2, indeſſen weiſs man aus der Natur der Sache, daſs, wenn man oben mehr Coefficienten beſtimmt hätte, man *c* beträchtlich kleiner gefunden haben würde, weil *c*

dort einen groſsen Theil der folgenden weggelaſſenen Glieder enthält. Dies zuſammen genommen, führt auf die Vermuthung, daſs man der Reihe durch den Ausdruck n log. $(\alpha - \beta u)$ Genüge leiſten wird. Denn dieſer Ausdruck, in eine Reihe verwandelt, giebt:

$$n \log. (\alpha - \beta u) = n \log. \alpha - n \log. h' . \frac{\beta}{\alpha} . u - n \log. h . \frac{\beta^2}{2\alpha^2} . u^2 - \text{etc.},$$

wo h die Baſis der hyperboliſchen Logarithmen und log. überall Briggiſche Logarithmen bedeutet. Der unbeſtimmte Factor n iſt deſswegen nöthig, um die erſten conſtanten Glieder in beiden Reihen überein ſtimmend zu machen. Man wird alſo demnach haben:

$$\log. \frac{e}{E} = n u \log. (\alpha - \beta u)$$

Da es hier nicht auf den analytiſchen Theil der Sache ankommt, ſo übergehe ich, der Kürze wegen, die Methode ganz, vermittelſt welcher ich, nach den Beobachtungen Dalton's, die Werthe von n, α und β beſtimmt habe; ſondern ſage bloſs, daſs ich ſie gefunden habe, wie folgt:

$$\log. \frac{e}{E} = 0{,}1365 . u \log. (1{,}3802 - 0{,}00253 . u) \quad \text{(II}$$

Die Reſultate dieſer Formel ſind in der IVten Columne der vorher gehenden Tabelle enthalten. Sie ſtimmen aufs genaueſte mit Dalton's Verſuchen, denn die Abweichungen ſind innerhalb der Gränzen der unvermeidlichen Fehler beim Beobachten.

Oberhalb des Siedepunkts ſind die Fehler zwar etwas gröſser und alle von einerlei Zeichen. Der letzte Umſtand rührt aber daher, daſs Dalton's Tabelle hier nur berechnet iſt. Daſs die Fehler gröſser ſind, iſt nur ſcheinbar, denn wenn man ſie vergleichen will, müſſen ſie in Theilen des Ganzen ausgedruckt werden. Z. B. der gröſste Fehler iſt bei 115°, er iſt aber in Theilen des Ganzen 0,89 : 100 = 0,0089; der Fehler bei 25° iſt 0,01 und in Theilen des Ganzen 0,01 : 1,3 = 0,0077; folglich nahe eben derſelbe. Man muſs auch bedenken, daſs in dieſen hohen Temperaturen die Expanſivkraft ſo ſchnell wächſt, daſs ein Fehler von 0°,1 Reaum. in der Temperatur einen Fehler von $\frac{1}{4}$ Zoll in der Expanſivkraft verurſacht. Wir wollen aber, auch oberhalb des Siedepunkts, unſere Formel mit Dalton's Beobachtungen vergleichen; dieſe können nur allein entſcheidend ſeyn.

Erſtens: Alkohol. Er kochte bei 175° F. und hatte bei 212° eine Expanſivkraft von 58,5 Zoll. Die Temperatur 212° iſt 37° F. = 16°,444 Reaum. über dem Siedepunkte des Alkohols; folglich iſt $u = 16{,}444$, und damit giebt die Formel $e = 57{,}72$, alſo die Formel noch 0,78 *zu wenig.*

Zweitens: Schwefeläther. Er kochte bei 102° F. und hatte bei 147° F. eine Expanſivkraft von 64,75 Zoll. Hier iſt $u = 20$ und damit $e = 65{,}29$, folglich giebt die Formel 0,54 *zu viel.* Bei 212° F. hatte der Schwefeläther eine Expanſivkraft von 137,67.

Hier iſt $u = 48{,}889$ und dann $e = 137{,}69$, wo der Unterſchied für nichts zu achten iſt.

Was Dalton's Tabelle unter dem Eiſpunkte anlangt, ſo ſtimmen da alle von mir bisher gegebene Formeln mit Dalton's Angaben überein.

Ich glaube alſo jetzt den Ausſpruch thun zu dürfen, daſs die Formel II Dalton's ſämmtlichen Beobachtungen Genüge leiſtet, und daſs man alſo, wenn Dalton's Verſuche richtig ſind, berechtigt iſt, zu glauben, dieſe Formel enthalte das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, oder vielmehr der Dämpfe aller Flüſſigkeiten.

Wenn dieſe Formel nun aber das *allgemeine Geſetz der Expanſivkraft* enthält, ſo hat es mit dieſer folgende Beſchaffenheit. Unter dem Eiſpunkte wird die Expanſivkraft immer kleiner, ohne jedoch je null zu werden. Bei der Temperatur 162°,6 Reaum. erreicht die Expanſivkraft des Waſſerdampfes ihr *Maximum*, wo ſie gleich 178,2 engl. Zollen iſt; von da nimmt ſie wieder ab und wird bei 625° Reaum. *null*, und dann bei noch höherer Temperatur *unmöglich*. Der Umſtand, daſs in der Expanſivkraft des Waſſerdampfes ein *Maximum* Statt finden ſoll, iſt eine ſonderbare Erſcheinung; Dalton's Angaben führen aber ſchlechterdings darauf, wie ich ſchon in meinem erſten Auſſatze, *Annalen*, XVII, 52, gezeigt habe.

Ein Zweifel wird ſich hier vielen aufdringen, den ich daher nicht mit Stillſchweigen übergehen darf. Man wird ſagen: die unendliche Reihe iſt,

wie

wie es hier auch nicht anders möglich war, durch eine Art Tatonnement ſummirt worden; kann es nicht noch andere endliche Formen geben, welche der Reihe Genüge leiſten, und welche vielleicht die Eigenſchaft nicht haben würden, der Expanſivkraft ein *Maximum* zu geben? Dies iſt freilich ein Einwurf, der mit mathematiſcher Strenge nicht widerlegt werden kann. Indeſſen iſt hierbei folgendes zu bedenken. Wir haben voraus geſetzt, daſs in der zu ſummirenden Reihe, auſser dem erſten, alle Glieder negativ ſind; und daſs dieſe Vorausſetzung richtig iſt, beweiſt der Umſtand, daſs die ſo gefundene Formel ſo äuſserſt genau mit Dalton's Verſuchen überein ſtimmt. Sind nun aber alle Glieder negativ, und keine poſitiven Zeichen vorhanden, ſo würde man durch keine andere endliche Form, welche es auch ſey, dem Umſtande entgehen, daſs es für die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe ein Maximum giebt, jenſeit deſſen ſie wieder abnimmt; eine ſolche andere Form würde bloſs die Temperatur und Gröſse dieſes Maximums etwas verſchieden geben. Uebrigens iſt die oben angegebene Form auch die möglichſt einfache, denn in ihr laſſen ſich die Logarithmen wieder wegſchaffen, welches in keiner andern angeht.

Wir wollen hier, zur Probe, ein Paar der einfachſten Fälle, auf welche man am erſten verfallen wird, betrachten. Man hat geſehen, daſs nahe $b^2 = c$ iſt; man kann daher auf den Gedanken kommen, die Reihe als eine geometriſche zu betrachten

und ſie ſo zu ſummiren. Allein für dieſen Fall erhält man, die Zahlen nur ungefähr genau,

$$\log. \frac{e}{E} = u \cdot \frac{151,4 - u}{7926 - 71,3 \cdot u}$$

wo wieder ein *Maximum* Statt finden würde. Bei dem Werthe für $u = 151^{\circ},4$ würde wieder ſeyn $e = 30$ Zoll, welches ziemlich mit No. II ſtimmt. e fährt dann noch weiter fort abzunehmen, ſo daſs es bei $u = 1090^{\circ}$ null wird. Dann wird es aber, durch einen Sprung, unendlich groſs, nimmt wieder ab und endlich, für den Werth $u = \infty$, wird auch wieder $e = \infty$. Dieſes Hin- und Herſpringen iſt abſurd. — Noch eine zweite Form, auf welche man leicht verfallen wird, iſt die eines Binomiums, nämlich: $nu \{a - u\}^m$ für $m < 1$. Aber eine ungefähre Rechnung hat mir $a = 133$ gegeben. Es würde alſo hiernach die Expanſivkraft ſchon bei $u = 133^{\circ}$ auf 30 Zoll herab gekommen ſeyn, welches mit Dalton's Beobachtungen nicht beſtehen kann. Und ſo haben mir mehrere andere Formen ebenfalls nichts Befriedigendes gegeben.

Es bleibt alſo dabei: ſo lange man Dalton's Verſuche nicht antaſten will, wozu bis jetzt kein Grund vorhanden, iſt dem Satze nicht auszuweichen, daſs die Expanſivkraft ein *Maximum* hat: und wenn man auch nicht mathematiſch beweiſen kann, daſs die Formel No. II die einzige iſt, welche den Dalton'ſchen Verſuchen genügt, ſo iſt es doch gewiſs, daſs es nicht möglich iſt, eine zu finden, welche mit dieſen Verſuchen beſſer ſtimmt; denn die Abwei-

chungen von No. II ſind durchaus unter der möglichen Genauigkeit beim Beobachten. Alles kommt nun darauf an, zu wiſſen, ob ein *Maximum* wirklich Statt findet, und ob es wahr iſt, daſs kein Grad von Hitze fähig iſt, den Dämpfen der Flüſſigkeiten eine gröſsere Kraft zu geben, als diejenige iſt, eine Queckſilberſäule von ungefähr 178 engl. Zollen zu tragen. Dies kann natürlich nicht anders als durch Verſuche entſchieden werden. Ein ſolcher Verſuch hätte Schwierigkeit, ich halte ihn aber doch nicht für unmöglich; und wenn man berückſichtigt, welches Intereſſe die Sache in theoretiſcher und praktiſcher Hinſicht hat, ſo wird man es wohl der Mühe nicht unwerth halten, ihn anzuſtellen.

Ich habe geglaubt, hier etwas ausführlich ſeyn zu müſſen, um von meiner Seite, wo möglich, keine Dunkelheit oder Ungewiſsheit übrig zu laſſen. Jetzt will ich wieder zu der Formel No. II zurück kehren. Die einfachſte Form, welche man ihr geben kann, iſt dieſe:

$$e = E \cdot \{1{,}3802 - 0{,}00253 \cdot u\}^{0{,}1365 \cdot u}$$

Sie iſt aber zur Rechnung nicht ſo bequem als die erſte. In der Form bin ich hier von meiner vorigen Abhandlung auch darin abgewichen, daſs ich nicht unmittelbar die Temperatur, ſondern Grade über dem Siedepunkte ($u = r - 80$) geſetzt habe. Ich habe dadurch den Vortheil erhalten, daſs die Formel für jede Flüſſigkeit dieſelbe bleibt,

indem u immer Grade *über dem Siedepunkte der Flüſſigkeit* bedeutet. Z. B. man will die Expanſivkraft des Schwefeläthers, der nach Dalton bei 31°,11 kocht, bei der Temperatur 60° berechnen, welches 28°,89 über ſeinem Siedepunkte iſt, ſo iſt $u = +28,89$. Iſt die Temperatur unter dem Siedepunkte der Flüſſigkeit, ſo iſt natürlich u negativ.

Nun müſste man auch umgekehrt u durch e beſtimmen, was aber mit dieſer Gleichung bekanntlich nicht anders angeht, als durch die unendliche Reihe:

$$u = 52,3503 \cdot \log.\frac{e}{E} + 15,5903 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^2 + 10,0338 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^3 + 8,075 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^4 + \ldots$$

welche nur für den Fall convergirt, wenn e nicht ſehr von E verſchieden iſt. Indeſſen bei weitem in den meiſten Fällen, wo man u, und auch e, zu wiſſen braucht, iſt die Temperatur unter dem Siedepunkte; und für dieſen Fall, nämlich von $r = +80°$, auch wohl noch einige Grade darüber, bis $r = -\infty$, iſt die erſte, *Ann.*, XVII, 46, von mir gegebene Formel hinreichend genau. Ich übergehe deſswegen hier alle die Anwendungen, welche ich am angeführten Orte von der erſten Formel gemacht habe; z. B. auf Verdunſtungen, u. ſ. w. Man wird zu dieſen Rechnungen, der Bequemlichkeit wegen, immer die erſte Formel vorziehen. Nur will ich das *Annalen*, XVII, 79, aufgeſtellte allgemeine Reſultat in der jetzigen Geſtalt herſetzen,

weil es alle von Dalton aufgefundene hierher gehörige Geſetze in ein Paar Zeilen vereinigt.

Satz.

„Wenn irgend eine Flüſſigkeit unter dem Drucke der Atmoſphäre B (30 engl. Zoll) kocht, ſo „habe ſie bei dieſer Temperatur eine Expanſivkraft „B, und, in trockener Luft, eine Verdunſtung V, „welches V durch Verſuche gefunden werden muſs. „Wenn dann bei einer andern Temperatur, die um „u Grade über der vorigen iſt, (wenn darunter, wird „u negativ,) die Expanſivkraft e und die Verdun„ſtung v heiſst: ſo findet immer die Gleichung „Statt:

$$\frac{e}{B} = \frac{v}{V} = \{1{,}3802 - 0{,}00253 \cdot u\}^{0{,}1365 \cdot u}$$

„und zwar u in ſolchen Wärmeräumen, nach dem „Geſetze der Dilatation des Queckſilbers ausge„druckt, deren der Wärmeraum vom Eispunkte „des Waſſers bis zu deſſen Siedepunkte, unter der „Barometerhöhe B, 80 enthält."

Wer Dalton's Abhandlungen in den Annalen und die meinige geleſen hat, weiſs, welche wichtige Folgerungen ſich aus dieſem einzigen Satze ziehen laſſen. Denn in der That enthält meine Abhandlung weiter nichts, als den Beweis dieſes Satzes und Folgerungen aus demſelben. Jede Erfahrungswiſſenſchaft geht den analytiſchen Gang. Der Zweck iſt immer, eine Menge heterogen ſcheinender Phänomene auf wenige einzelne Sätze zurück zu führen,

Der eben ausgeſprochene viel umfaſſende Satz iſt gleichſam das Ziel, nach welchem Dalton ſtrebte, und die Einfachheit deſſelben iſt ein Beweis von der groſsen Vollendung, welche Dalton dieſer, bisher verworrenen, Materie zu geben gewuſst hat. Hätten wir mehr ſolche Sätze in der Phyſik!

Anhang.

Ich habe in meiner vorigen Abhandlung den Umſtand überſehen, daſs die Barometerhöhe 30 engl. Zoll, (= 28,1492 franz. Zoll, = 0,7620 Mètres,) bei welcher der Siedepunkt des Thermometers beſtimmt worden, eigentlich etwas abſolutes iſt, und mit den Conſtanten in der Formel zuſammen hängt. Man kann zwar in den Formeln für *E* jedes beliebige Maaſs ſetzen, es muſs aber, als abſolute Gröſse, immer dem angegebenen nahe gleich ſeyn; denn die Formeln ſetzen, ſtrenge genommen, voraus, daſs der Siedepunkt des Thermometers bei der Barometerhöhe 30 engl. Zoll beſtimmt worden ſey. In andern Maaſsen kann man dafür die runden Zahlen nehmen 28 par. Zoll und 0,76 Mètres; denn dieſe Unterſchiede ſind viel zu geringe, um einen merklichen Fehler zu verurſachen. Wenn man daher ein anderes Thermometer hat, deſſen Siedepunkt zu ſehr von dem hier angegebenen abweicht, ſo müſſen die Angaben deſſelben vorher, vermittelſt der Formel *Annalen*, XVII, 63, auf dieſes reducirt werden.

Ich habe in der angeführten Abhandlung die Expanſivkraft bei 80° 30,13 Zoll gemacht, weil ſo das Ganze, zwiſchen 0° und 80°, beſſer ſtimmte. Dies würde auch wieder mit der neuen Formel der Fall ſeyn, wenn ſie darnach eingerichtet wäre; ich habe es mir nun aber zum Geſetz gemacht, von Dalton's Angaben gar nicht abzuweichen.

Merkwürdig iſt, daſs La Place in dieſer Sache auf denſelben Ideengang verfallen iſt, welcher mich geleitet hat. Dieſer groſse Geometer macht in einer Abhandlung über die Refraction im 4ten Bande der *Mécanique céleſte*, der 1805, (alſo ein Jahr ſpäter als meine Abhandlung,) erſchienen iſt, Anwendung von Dalton's Verſuchen auf die Feuchtigkeit der Luft, und deren Einfluſs auf die Refraction, (welches, im Vorbeigehen geſagt, ich auch ſchon gethan hatte.) Er giebt, um Dalton's Verſuche in einer Formel darzuſtellen, folgende Regel: *On aura le log. tabulaire de cette force élaſtique, exprimée en décimales du mètre, en ajoutant au log. de 0,76 mètres la quantité*

$$i \,.\, 0{,}0154547 - i^2 \,.\, 0{,}0000625826$$

i étant le nombre des degrés décimaux du thermomètre à mercure, au deſſus de 100°. Er fügt dann noch hinzu: *la formule précédante ſatisfait à très-peu-près aux expériences de Dalton ſur cet objet, et elle peut ſ'étendre depuis i = — ∞ jusqu' à i égal à 50 ou 60 degrés.* Das heiſst alſo, ſo weit

ſich Dalton's Tabelle erſtreckt. In unſern Zeichen und Reaumur'ſchen Graden würde die Formel ſo heiſsen:

$$\log. \frac{e}{E} = u \,.\, 0\ 0193184 - u^2 \,.\, 0{,}0000977853.$$

Man ſieht nun, daſs dieſe Formel, der Form nach, bis auf die Conſtanten, dieſelbe iſt, welche ich in den *Annalen*, Band XVII, angegeben habe, und der Umſtand, daſs La Place auch auf die Logarithmen verfallen iſt, beweiſt dieſelbe Anſicht der Sache. Da La Place meint, ſie ſtelle Dalton's ganze Tabelle dar, ſo will ich einen kurzen Vergleich hierher ſetzen.

r	e nach der Formel von La Place	Abweichung von Dalton.
0	0,202	+ 0,002
20	0,925	+ 0,015
40	3,531	+ 0,03
60	11,26	+ 0,01
80	30,00	
100	66,74	+ 1,93
120	124,0	+ 9,85
130	158	+ 18

Dieſe Formel weicht freilich über dem Siedepunkte beträchtlich ab, und auch unter dem Siedepunkte ſtimmt ſie nicht ſo gut als meine erſte. *)

---

*) Es wird dem Leſer unſtreitig angenehm ſeyn, hier die ganze Stelle zu finden, in welcher Herr De La Place, t. 4, p. 272, von der Verdunſtung ſpricht:

Auf meinen Aufſatz in Band XVII der *Annalen* folgt unmittelbar ein anderer, vom Herrn Hofrath [illegible]

„Hier einige Reſultate über die Verdunſtung der verſchiedenen Flüſſigkeiten, zu denen man gelangt iſt. Man hat durch Verſuche gefunden, daſs jedes Gasvolumen, wenn es vollkommen mit Waſſer geſättigt iſt, dieſelbe Menge von Dämpfen enthält, die ſich in einem gleich groſsen Raume, bei derſelben Temperatur bilden würden, wenn darin hinlänglich viel Waſſer vorhanden iſt, um zur gröſsten Verdunſtung zuzureichen. — Man hat ferner gefunden, daſs bei gleichem Drucke und gleichem Volumen alle Gasarten durch die Wärme um gleiche Gröſsen ausgedehnt werden, und daſs alle Dämpfe ſich um eben ſo viel ausdehnen. Auch weiſs man, daſs bei einerlei Temperatur die Dichtigkeit der Gasarten und der Dämpfe ihrem Druck oder ihrer Kraft der Elaſticität proportional iſt. — Wenn man in den luftleeren Raum ein Gefäſs mit Waſſer gebracht hat, ſo ſteigt die Kraft der Elaſticität des Dampfs, der ſich davon erhebt, mit der Temperatur, nach einem Geſetze, welches man aus Verſuchen aufzufinden geſucht hat. Man hat bemerkt, daſs dieſe Kraft ungefähr nach geometriſchem Verhältniſſe wächſt, während die Temperatur in arithmetiſchem Verhältniſſe zunimmt, ſo daſs die Logarithmen derſelben ungefähr eine arithmetiſche Reihe bilden. Dieſes iſt indeſs nicht völlig genau. Wenn Waſſer bei $0^m,76$ Barometerhöhe kocht, ſo druckt dieſe Höhe die elaſtiſche Kraft des Waſſerdampfs aus, und ich finde, daſs den Verſuchen Dalton's über dieſen Gegenſtand ſehr nahe Genüge geſchieht, wenn man die elaſti-

Parrot in Dörpat, gegen Dalton's Verſuche. Da ich mich mit der Sache viel beſchäftigt habe, ſo glaube ich, wird man es wohl nicht unbeſcheiden von mir finden, wenn ich auch meine Meinung, in ein Paar Worten, darüber ſage. Ich halte es ſogar für Pflicht, Dalton zu vertheidigen, wenn ihm etwa Unrecht geſchieht, da er wahrſcheinlich keine deutſchen Journale lieſt oder leſen kann, und alſo nicht ſelbſt im Stande iſt, ſich zu vertheidigen.

Herrn Hofrath Parrot's Beſchuldigung zerfällt in zwei Theile, nämlich: Dalton hat nicht genau experimentirt; und, er hat eine falſche Theo-

ſche Kraft des Waſſerdampfs bei einer Temperatur von i Grad des Centeſimal-Thermometers über dem Siedepunkte, oder über 100°, gleich ſetzt

$$0^{m},76 \,.\, (10)^{i \,.\, 0{,}0154547 - i^{2} \,.\, 0{,}0000625826}$$

wo man i für Grade unter 100 negativ ſetzen muſs. Man erhält folglich den Briggiſchen Logarithmen dieſer Kraft der Elaſticität, in Decimaltheilen des Mètre ausgedruckt, wenn man zum log. $0^{m},76$ hinzu fügt:

$$i \,.\, 0{,}0154547 - i^{2} \,.\, 0{,}0000625826.$$

Dieſe Formel gilt von $i = -\infty$ bis $i = 50$ bis 60 Grad. Sie kann für alle Flüſſigkeiten gelten, wenn man nur i für jede derſelben von ihrem Siedepunkte an rechnet; denn man hat das merkwürdige Reſultat gefunden, daſs, wenn man von dieſem Punkte, oder von irgend einem andern ausgeht, bei welchem ihre elaſtiſche Kraft dieſelbe iſt, gleiche Temperaturzunahmen einerlei Zunahme ihrer elaſtiſchen Kraft bewirken.“ So weit Herr De La Place. *Gilb.*

rie aufgeſtellt. Die erſte Behauptung ſucht Herr Parrot durch verſchiedene Gründe wahrſcheinlich zu machen. Erſtens glaubt er, Dalton's Torricelli'ſche Leere habe Luft enthalten. Er ſchöpft dieſen Verdacht vorzüglich aus dem Umſtande, daſs Dalton ſein Barometer nach einem andern graduirt und es nicht gewagt hat, unmittelbar von der Queckſilberfläche im Gefäſse an zu meſſen. Aber es iſt ja eine bekannte Sache, daſs ein Gefäſsbarometer nie unmittelbar die richtige Barometerhöhe anzeigt, ſondern jedes Mahl nach einem Heberbarometer graduirt werden muſs. Siehe Luz *Beſchreibung der Barometer*, §. 41 u. f. Herr Parrot irrt ſich, wenn er glaubt, ſein S. 86 in der Anmerkung beſchriebenes Barometer zeige unmittelbar eine richtige Barometerhöhe an. (Es ſteht um eine Conſtante zu tief.) Er würde wohl thun, wenn er es, nach einem guten Heberbarometer, von oben herab, gerade ſo wie Dalton gethan hat, graduiren wollte.

Zweitens glaubt er, der Uebergang der Temperatur habe in Dalton's Apparat nicht gehörig Statt gehabt. Das könnte wohl ſeyn; aber in Ermangelung der nöthigen Nachrichten darüber muſs man zeigen, daſs Dalton's Reſultate falſch ſind! –

Gegen Dalton's Methode mit der Luftpumpe wendet er ein, S. 89, daſs darin gefehlt ſey, daſs Dalton ſein Thermometer in das erwärmte Waſſer geſetzt habe. Er meint, es hätte unter der Glocke, auſserhalb des Waſſers, angebracht wer-

den müſſen, um die Temperatur des *Dampfes* zu meſſen. Aber die Sache verhält ſich ſo: man verſteht hier unter Expanſivkraft nicht die Elaſticität des einmahl gebildeten Waſſerdampfes, (mit dieſem verhält es ſich, bei Erhöhung der Temperatur, wie mit andern Luftarten,) ſondern man verſteht darunter die Kraft, mit welcher Waſſer von einer gewiſſen Temperatur ſich in Dampf auflöſt, oder unter welchem Drucke, als dem gröſsten, dies noch von Statten geht. Der einmahl unter der Glocke aus dem Waſſer aufgeſtiegene Dampf wirkt nur barometriſch auf dieſes Waſſer oder den neu aufſteigenden Dampf, es iſt daher gleichgültig, welche Temperatur er hat. Folglich kommt es auf die Temperatur des Waſſers, und nicht auf die des Dampfes an, und mithin iſt Dalton's Verfahren ganz richtig. Siehe *Annalen*, XVII, 56, wo der Zuſammenhang der Expanſivkraft mit dem Kochen des Waſſers angegeben iſt.

Es wird hier nicht am unrechten Orte ſeyn, folgende Bemerkung anzubringen. Aus dem Obigen geht hervor, daſs, wenn man ſich zu dergleichen Verſuchen eines ſolchen Apparats bedient, wo man das Thermometer inwendig anbringt, man dieſes eigentlich in das Waſſer tauchen müſſe. Dieſe Vorſicht ſcheint mir nicht ganz überflüſſig zu ſeyn, da es wohl ſeyn könnte, daſs der ſchon gebildete Dampf eine etwas niedrigere Temperatur hätte als das Waſſer. Wenigſtens hat dieſes eine Commiſſion der londner Akademie, von der ich in meiner Ab-

handlung geſprochen habe, beim Kochen in einer Art von Papinianiſchem Topfe bemerkt. Der Dampf hatte immer 0°,5 F. oder 0°,2 Reaum. weniger als das Waſſer.

Ein Hauptbeweis gegen die Richtigkeit der Angaben Dalton's iſt Herrn Parrot der Umſtand, daſs Dalton beim Eispunkte und darunter noch eine Expanſivkraft des Waſſerdampfes findet. Dies ſcheint ihm geradezu unmöglich zu ſeyn, weil die Expanſivkraft hier null ſeyn müſſe. Beweiſe führt er übrigens nicht an. Aber ich bitte zu bedenken, daſs es ja eine allgemein bekannte Sache iſt, daſs Eis verdunſtet! Iſt eine Verdunſtung möglich, ohne daſs Dämpfe mit einer gewiſſen Kraft ſich bilden? Dieſe Schluſsfolge iſt wohl ſo klar, daſs man dreiſt behaupten kann, derjenige habe nicht genau experimentirt, der beim Eispunkte keine Expanſivkraft wahrnimmt.

Das bisher Angeführte ſind die Hauptmomente in der Widerlegung des Herrn Parrot. Man ſieht im Allgemeinen, daſs er den Verſuchen Dalton's nur Raiſonnement entgegen geſetzt hat. Gegen eine ſolche Argumentation, in einer Erfahrungswiſſenſchaft, muſs aber feierlich proteſtirt werden. Verſuchen, kann man nur andere Verſuche entgegen ſetzen, von denen man beweiſen kann, daſs ſie beſſer ſind.

Ich bin übrigens weit entfernt, zu behaupten, daſs Dalton's Angaben vollkommen genau ſind, und niemand kann mehr wünſchen, als ich, daſs

dieſe wichtigen Verſuche von einem geſchickten Experimentator wiederhohlt und auch, wo möglich, noch weiter fortgeſetzt werden möchten. Nur glaube ich zu der Annahme berechtigt zu ſeyn, daſs ſie unter allen bisher bekannten der Wahrheit am nächſten kommen. Vorzüglich geht das daraus hervor, daſs ſie ſo genau mit den Verſuchen De Luc's und Sauſſure's, über die Temperatur des kochenden Waſſers, überein ſtimmen, wie man aus den *Annalen*, XVII, 57, erſehen kann, und worauf auch ſchon Herr Prof. Gilbert in einer Anmerkung zu Herrn Parrot's Aufſatz, (S. 90,) aufmerkſam gemacht hat. Prof. Schmidt's Verſuche z. B., worauf Herr Parrot viel zu halten ſcheint, ſtimmen damit nicht ſo gut. Denn nach Schmidt's Formel müſste das Waſſer auf dem Montblanc bei der Temperatur 68°,61 kochen; es kocht aber bei 69°; folglich giebt die Formel 0°,4 zu wenig, welcher Fehler nicht zugegeben werden kann.

Auf eine Widerlegung des zweiten Hauptangriffes gegen Dalton, daſs nämlich ſeine *Theorie* falſch ſey, will ich mich gar nicht einlaſſen. Dies iſt ein Gegenſtand, worüber faſt jeder Phyſiker eine eigene Meinung hat, und wo man alſo tolerant ſeyn muſs. Ich habe übrigens über dieſen Gegenſtand auch meine eigene Meinung, für die ich mir gleiche Nachſicht erbitte, und die kürzlich darin beſteht, daſs es mir für das wirkliche Intereſſe der Wiſſenſchaft ganz gleichgültig zu ſeyn ſcheint, ob

Dalton's Theorie oder irgend eine andere die richtigere iſt. Dalton's Verſuche beſtehen für ſich, ſeine Theorie mag ſtehen oder fallen. Er hätte dieſe Theorie, als eine Nebenſache, ganz weglaſſen können; aber — das iſt eine Mode, der jeder fröhnt. — Uebrigens, wenn man ja eine ſolche Theorie haben will, ſo iſt natürlich immer derjenigen der Vorzug zu geben, welche am meiſten Einfachheit und logiſchen Zuſammenhang hat.

Folgendes ſind die hauptſächlichſten Druckfehler in meiner Abhandlung in Band XVII der Annalen, welche ich die Beſitzer dieſes Werks, die für dieſen Gegenſtand Intereſſe haben, zu verbeſſern erſuche.

Druckfehler im 17. Bande.

Seite	61	Zeile	8	anſtatt	*zu groſs*,	lies:	*zu klein*
-	67	-	14	-	*v*	-	*V*
-	68	-	6	-	*v*	-	*V*
-	70	-	17	-	*v*	-	*V*

Die Temperatur des Condenſationspunkts war im Manuſcripte mit ϱ bezeichnet, und dies hat der Setzer, wie es ſcheint, für *G* angeſehen. Da er *G* für ϱ conſequent durchgeführt hat, ſo hätte dies nichts zu ſagen, wenn nicht *G* in einer ganz andern Bedeutung, S. 70, wirklich vorkäme, wodurch dann Verwirrung entſteht. Es iſt alſo *G* in ϱ zu verwandeln, von S. 73 incl. an, bis zu Ende, mit der einzigen Ausnahme Seite 74, Zeile 5, wo es bleiben muſs.

IV.

UNTERSUCHUNGEN
über die Schwefel-Metalle,

von
L. Prouſt,
Prof. der Chemie zu Madrit.,
Frei bearbeitet von Gilbert.

(Beſchluſs.)

Schwefel-Zinn, Muſivgold. *)

Das *Schwefel-Zinn* enthält auf 100 Theile Metall 20 Theile Schwefel. Schon Bergman und Sage hatten ſich hiervon verſichert, und ich habe daſſelbe Verhältniſs gefunden.

Zinnfeile, die man mit Salmiak erhitzt, wirkt, ehe letzterer ſich ſublimirt, auf das Kryſtalliſationswaſſer deſſelben und zerſetzt es; 100 Gran Salmiak geben hierbei 10 bis 11 Kubikzoll Waſſerſtoffgas; vielleicht könnten ſie noch mehr hergeben, aber gewöhnlich platzt die Retorte, ehe die Operation zu

*) Ausgezogen aus der ſechsten der oben erwähnten Aufſätze Prouſt's: Thatſachen zur chemiſchen Geſchichte des Zinnes; geſchrieben im Jahre 1805. *Gilb.*

zu Ende iſt. Es bleiben ſalzſaures Zinn, Salmiak und Zinnfeile als Rückſtand. Das ſalzſaure Zinn giebt mit Goldauflöſung Goldpurpur, und mit Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer einen ſchwarzen Niederſchlag; es enthält folglich das Zinn im *Minimo* der Oxydirung. Schon wenn man Salmiakwaſſer über Zinn kocht, wird eine Menge des letztern aufgelöſt. — Erhitzt man Zinn, Salmiak und Schwefel mit einander, ſo kömmt ein Zeitpunkt, wo der Schwefel das ſalzſaure Zinn, welches ſich gebildet hat, zerſetzt, ſich des Sauerſtoffs deſſelben zum Theil bemächtigt, und *Muſivgold* bildet. Doch maskirt der Salmiak ſehr bald die Reſultate, weſshalb folgender Weg beſſer iſt.

Man concentrirt ſalzſaures Zinn im *Minimo* ſo lange, bis es zum Geſtehn kömmt; das Waſſer, welches dabei übergeht, enthält ſalzſaures Zinn im Maximo der Oxydirung in ſich, welches flüchtiger als das im Minimo iſt, und ſchon bei ſehr mäſsiger Hitze aufſteigt, indeſs das ſalzſaure Zinn im Minimo, welches viel gröſsere Hitze bedarf, um ſich zu ſubliміren, rein in der Retorte zurück bleibt. Man wirft dann Schwefelblumen hinzu, und giebt allmählig Hitze. Gleich darauf ſteigt ziemlich viel rauchendes ſalzſaures Zinn über; der Ueberfluſs an Schwefel ſetzt ſich im Halſe der Retorte ab, und im Boden der Retorte findet man eine leichte und glänzende Scheibe *Muſivgold*, womit auch das Gewölbe der Retorte wie mit goldenen Blumen überzogen iſt.

Unterſucht man dieſe Produkte genauer, ſo fin-det man, daſs das ſalzſaure Zinn ſich in zwei Theile getheilt hat; daſs der eine alle Säure und einen Theil ſeines Sauerſtoffs dem andern abgetreten, und ihn dadurch zum flüchtigen rauchenden ſalzſauren Zinne, (Libav's rauchenden Geiſt,) gemacht hat; und daſs endlich Zinnoxyd ſich nicht anders mit Schwefel verbindet, als wenn ſelbſt das im Maximo oxydirte noch eine Verminderung an Sauerſtoff leidet, und zwar, wie ſich ſogleich annehmen läſst, nach einem feſten unveränderlichen Verhältniſſe. Denn alle Verbindungen, welche die Verwandtſchaft beſtimmt, geſchehn nach feſten unabänderlichen Verhältniſſen; und hier insbeſondere ſpricht dafür die Beſtändigkeit der Eigenſchaften des Muſivgoldes, welches eine flüchtige, kryſtalliſirbare und in ſeinen Eigenſchaften eben ſo wenig variable Verbindung, als der Zinnober iſt, nach welchem Recepte man es übrigens auch verfertigt hat.

Der folgende Verſuch iſt ein zweiter Beweis, daſs dem Zinnoxyd im Minimo Sauerſtoff entzogen werden muſs, bevor es zum Muſivgolde werden kann.

Man erhitze 50 Theile Schwefel mit 100 Th. grauen Zinnoxyds, (Oxyds im Minimo,) das durch ein leichtes Calciniren von Waſſer befreit worden, in einer genau gewogenen Retorte. Es tritt, wenn die Temperatur noch ziemlich niedrig iſt, ein Zeitpunkt ein, wo die Mengung glühend erſcheint, und plötzlich eine Art von Entzündung zeigt, welche

den meiſten Metallen, indem ſie ſich mit dem Schwefel verbinden, eigen iſt. Iſt dieſes geſchehn, ſo erhalte man halbe Rothglühehitze ſo lange, bis ſich kein Schwefel weiter im Halſe der Retorte abſetzt. Wiegt man nun die Retorte, ſo bald ſie kalt geworden iſt, ſo findet ſich nur ein Gewichtsverluſt von 8 bis 9 Theilen, und das Muſivgold, welches entſtanden iſt, wiegt 120 bis 121 Theile. Während des Prozeſſes entweicht aus der Retorte ſchwefligſaures Gas und nichts weiter; dieſem Gas ſind alſo die 8 bis 9 Theile Verluſt zuzuſchreiben. Da aller überflüſſige Schwefel im Halſe der Retorte bleibt, ſo würden die 120 Theile Muſivgold aus 100 Theilen Zinnoxyd und 20 Th. Schwefel beſtehen müſſen, hätte nicht das Zinnoxyd Sauerſtoff verloren, wie das ſchweflig-ſaure Gas beweiſt, das während der Bildung deſſelben entweicht. Folglich ſind 120 Th. Muſivgold = 100 Th. Zinnoxyd im Minimo, — x Th. Sauerſtoff, + (20 + x) Th. Schwefel. Drei Verſuche, die mit Sorgfalt wiederhohlt wurden, gaben dieſelben Reſultate, bis auf einen halben Gran.

Wir haben hier alſo im Muſivgolde ein *drittes Zinnoxyd* entdeckt. Das Zinnoxyd im Maximo enthält auf 100 Theile Zinn 28 Theile, das im Minimo 22 *) Theile, und dieſes dritte noch weniger

*) Ob dieſes ein Druckfehler iſt, kann ich nicht beſtimmen. In einem frühern Aufſatze über die Oxydationen der Metalle ſchreibt Prouſt dieſem Oxyde wiederhohlt nur 15 Theile Sauerſtoff auf 100 Theile Zinn zu. *Gilb.*

Sauerſtoff, unſtreitig indeſs eine conſtante und auf unveränderliche Weiſe beſtimmte Menge. Denn wenn eine Zuſammenſetzung ſich ſtets unter einerlei Eigenſchaften zeigt, wie man ſie auch hervor bringt, ſo ſetzt dieſes immer nothwendig eine Unveränderlichkeit im Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile voraus. Es verdient dieſer neue Grad der Oxydation des Zinnes, welchen die Verwandtſchaften ausſchlieſslich für eine ſonderbare Verbindung erzeugen, beſtimmter gekannt zu werden; vielleicht daſs er ſich, wie die beiden andern Zinnoxyde, auch für ſich und einzeln darſtellen läſst.

Bringt man das Muſivgold in eine hohe Hitze, ſo kann der Sauerſtoff ſich nicht beim Metalle erhalten; er zieht den Schwefel vor und entweicht damit als ſchweflig-ſaures Gas. Einen Theil des Schwefels macht indeſs das Zinn ſelbſt dem Sauerſtoff ſtreitig, und es entſteht ein Schwefel-Metall. Schweflig-ſaures Gas und *Schwefel-Zinn* ſind daher die zweifachen Verbindungen, welche aus dem Muſivgolde, (Schwefel-Zinnoxyd, einer dreifachen Verbindung,) in ſehr hoher Temperatur hervor gehn. Zugleich entweicht ein Antheil Schwefel. Daſs das Zinn in dem Zuſtande, in welchem es im Muſivgolde vorhanden iſt, mehr Schwefel, als wenn es reguliniſch iſt, zu binden vermag, iſt in der That auffallend, da doch der Sauerſtoff die Verwandtſchaft des Zinnes zum Schwefel ſchwächen müſste.

Zinnoxyd *im Maximo* mit Schwefel erhitzt, giebt ſehr viel ſchweflig-ſaures Gas und Muſivgold.

Wenn man aber 3 Theile Oxyd *im Maximo* mit 1 Theile Muſivgold erhitzt, ſo wird letzteres zerſetzt. Der Schwefel reducirt einen Theil des Oxyds zum Minimo, es entweicht ſchweflig-ſaures Gas, und als Rückſtand bleibt ein graues Pulver, das aus Zinnoxyd im Minimo, aus Schwefel-Zinn und aus weiſsem Oxyd beſteht, wie ſich bei der Behandlung mit Salzſäure zeigt.

Pelletier will aus Zinnober und aus Schwefel-Zinn, die er mit einander erhitzte, Muſivgold erhalten haben. Als ich den Verſuch wiederhohlte, fand ich nichts als Zinnober ſublimirt, und Schwefel-Zinn im Boden der Retorte. *) Dieſe Thatſachen ſind völlig hinreichend, uns über den Prozeſs zu belehren, durch den das Zinn ſich in Muſivgold verwandelt.

Salzſäure greift das Schwefel-Zinn ſehr willig an; es entſteht Zinnoxyd im Minimum, Schwefel-Waſſerſtoff-Gas, u. ſ. w. Auf Muſivgold hat ſie dagegen nicht die mindeſte Wirkung, welches ſehr ſonderbar iſt; reinigt daſſelbe bloſs von allem Schwefel-Zinn, wie Pelletier gezeigt hat. Gerade

*) Im *Journ. de Phyſ.*, Juill. 1806, p. 54, zeigt Joſeph Pelletier, daſs man allerdings etwas Muſivgold erhält, wenn man den Verſuch ſo anſtellt, als ſein Vater ihn beſchrieben hat, daſs aber, da dabei immer Waſſer mit übergeht, dieſer Erfolg bloſs dem Waſſer oder der Feuchtigkeit der Materialien zuzuſchreiben ſey, auf deren Koſten ſich etwas Zinn oxydirt. *Gilb.*

dieſelbe Bewandtniſs hat es mit der *Salpeterſäure*, welches noch mehr auffällt, wenn man die Heftigkeit bedenkt, mit welcher Zinn und Schwefel ſonſt die Salpeterſäure angreifen. Um Muſivgold aufzulöſen, wird *Königswaſſer* erfordert, und ſelbſt dieſes muſs darüber geraume Zeit kochen. Das Reſultat iſt eine Art von ſchwefelſaurem Zinn im Maximo, das ſich in ſtarker Hitze zerſetzt, ſo genanntes Vitriolöhl giebt, und ein weiſses ſchwammichtes Oxyd zurück läſst. Um dieſes frei von Säure zu haben, muſs man es waſchen; in dem Waſſer findet ſich dann keine Spur von Zinn.

Als ich einſt in einer kleinen Retorte 100 Gran *Salpeter* mit 50 Gran Muſivgold allmählig erhitzte, entſtand eine Exploſion, welche die Retorte zerſprengte, und mir Gefahr drohte.

Zinnoxyd im *Maximo* iſt ſehr auflöslich im *Kali;* die Auflöſung kryſtalliſirt ſich leicht; die Kryſtalle ſchienen mir linſenförmig, und in allen Lagen zuſammen gehäuft zu ſeyn. Sie haben einen Geſchmack nach Kali, löſen ſich im Waſſer auf und verlieren darin einen Theil ihres Oxyds. In der Hitze ſchmelzen ſie nicht, werden aber roth, ohne ihre Geſtalt zu verlieren. — Auf Schwefel-Zinn wirkt flüſſiges Kali gar nicht, indeſs es auf Schwefel-Spieſsglas eine ſo ausgezeichnete Wirkung äuſsert; und doch hat das Zinn eine weit gröſsere Verwandtſchaft zum Sauerſtoff als das Spieſsglas. Dergleichen Anomalieen können zur Warnung dienen, in der Chemie nicht voreilig zu urtheilen. —

Das Muſivgold wird von flüſſigem Kali in der Wärme aufgelöſt, und erleidet darin merkwürdige Veränderungen, welche zur weitern Aufklärung der Theorie der Oxydation beitragen können. *)

*) Ich ſetze ganz im Kurzen hierher, was Herr Prouſt hiervon und von den beiden Arten von *Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn*, die er entdeckt hat, („Verbindungen, die man bis jetzt nur geahndet hatte,") anführt. Man nehme irgend eine Zinnauflöſung, die vollkommen im *Maximo* der Oxydirung iſt, ſättige ihren Ueberſchuſs an Säure und laſſe einen Strom Schwefel-Waſſerſtoffgas hindurch ſteigen. Es erſcheint ein *hellgelber* Niederſchlag, der trocken dunkelgelb wird, deſſen Theilchen, gleich denen des Zinnoxyds im Maximo, und der Zinngraupen, einen glaſigen Bruch haben, und das ſich in flüſſigem Kali auflöſt und durch Säuren daraus wieder unverändert niedergeſchlagen wird; ihn nennt Prouſt *Hydroſulfure d'étain majeur*. Erhitzt man darüber Salzſäure, ſo entbindet ſich unter Aufbrauſen Schwefel-Waſſerſtoffgas in Menge, und es entſteht ſalzſaures Zinn im *Maximo*. Die Hitze verändert alſo hier die Verwandtſchaft. In der gewöhnlichen Temperatur entzieht der Schwefel-Waſſerſtoff der Salzſäure das Oxyd, in der Hitze des kochenden Waſſers geſchieht das Umgekehrte. Erhitzt man jenen Niederſchlag allmählig, ſo bildet ſich aus ihm Waſſer, ſchweflig-ſaures Gas, ein wenig freier Schwefel, uud es bleibt ſehr ſchönes Muſivgold als Rückſtand; ein Beweis, daſs der Schwefel-Waſſerſtoff keine ſtarke Hitze verträgt, ohne zu ſtreben, ſich zu zerſetzen.

Behandelt man auf dieſelbe Weiſe eine Zinn-

Wenn das Zinnoxyd vom *Minimo* zum *Maximo* übergeht, nimmt es an Auflöslichkeit ab, gerade ſo,

[illegible] im *Minimo*, ſo erhält man einen *kaffee-*[illegible] oder ſelbſt noch dunklern Niederſchlag, [illegible] nur dann bleibend iſt, und ſich nicht an der [illegible] in den erſten gelben verwandelt, wenn man [illegible] mit kochendem Waſſer gewaſchen hat. Er [illegible] das *Hydroſulfure d'étain mineur*. Zur Salzſäure verhält er ſich wie der erſtere, und giebt damit erhitzt ſalzſaures Zinn im Minimo. Vom erſtern unterſcheidet er ſich aber dadurch, daſs er ſchwarz ſcheint, ſich nicht, ohne ſich zu verändern, im flüſſigen Kali aufzulöſen vermag, und daſs er erhitzt kein Muſivgold und kein ſchweflig-ſaures Gas, ſondern nur Waſſer, ein wenig Schwefel und nichts als Schwefel-Zinn giebt. Kocht man flüſſiges Kali darüber, ſo bleibt ein Theil als Schwefel-Zinn am Boden liegen; der andere Theil nimmt allen Sauerſtoff und allen Schwefel-Waſſerſtoff in ſich auf, bleibt als gelbes Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn aufgelöſt, und wird daraus als ſolches durch Säuren niedergeſchlagen.

Kocht man flüſſiges Kali über Muſivgold, ſo löſt es ſich ruhig auf und die Flüſſigkeit wird grünlich; das Zinn oxydirt ſich dabei im Maximo und der Schwefel verwandelt ſich in Schwefel-Waſſerſtoff; denn Säuren der Auflöſung zugeſetzt, ſchlagen gelbes Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn daraus nieder. Dies hat viel Analogie mit der Kermesbildung; aber höchſt ſonderbar iſt es, daſs Schwefel-Zinn das Waſſer nicht zu zerſetzen vermag, obgleich man glauben ſollte, es müſſe viel heftiger auf das Waſſer wirken, als das Muſivgold. — Auch

wie das mit dem Eiſen, dem Manganes, dem Kobalt und ſo vielen andern Metallen der Fall iſt. Das Zinn-

Zinnoxyd im Minimum, welches mit Kali und Schwefel erhitzt wird, oder welches man in flüſſiges Schwefel-Kali, das von Schwefel-Waſſerſtoff frei iſt, gieſst, verwandelt ſich plötzlich in gelbes Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn. Das Zinnoxyd im Minimo ſcheint folglich eine ganz beſondere Anlage zu haben, das Waſſer zu zerſetzen und ſich auf Koſten deſſelben ſtärker zu oxydiren. Es iſt hiernach unmöglich, Muſivgold auf naſſem Wege zu bilden. Pelletier, der dieſes gethan zu haben glaubte, hat ſich getäuſcht. — Das Muſivgold zerſetzt das Waſſer nicht bloſs mitten im Schwefel-Kali, ſondern ſelbſt mitten im Schwefel-Waſſerſtoff-Kali, ſo desoxydirend dieſes ſonſt auch wirkt. Erhitzt man beide zuſammen, ſo löſt ſich das Muſivgold auf, und Säuren ſchlagen daraus gelbes Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn nieder. Noch weniger vermag der Waſſerſtoff allein das Zinnoxyd zu desoxydiren.

Wenn alle *flüſſige Schwefel-Alkalien*, wie dieſes Berthollet glaubt, Waſſerſtoff gebunden enthielten, [und alſo Schwefel-Waſſerſtoff-Alkalien wären,] ſo müſsten die Niederſchläge, welche ſie mit ſalzſaurem Zinn im Minimo geben, ſtets mit ſehr viel Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn im Minimo vermengt, und alſo ſehr ins Braune ſpielend ſeyn. Aber das iſt keinesweges ſtets der Fall. Iſt der Niederſchlag recht gelb, löſt er ſich vollſtändig in flüſſigem Kali auf, und giebt Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer keinen braunen Niederſchlag mit dieſer Auflöſung; ſo muſs man ſchlieſsen, daſs das flüſſige Schwefel-Alkali keinen Waſſerſtoff enthalten

oxyd, welches uns die Natur giebt, iſt ein ſolches, mit 28 Th. Sauerſtoff auf 100 Th. Zinn, das aber eine ſo auſserordentliche Cohäſion hat, daſs es durch Schwefel, womit man es erhitzt, nur ſehr allmählig, und erſt nach zwei- oder dreimähliger Behandlung, bei denen es immerfort ſchweflig-ſaures Gas entbindet, ſo weit desoxydirt wird, daſs es endlich zu Muſivgold wird. Die Thatſachen, welche hier vom Zinnoxyd im Maximo angeführt ſind, geben uns Aufſchluſs, warum die Säuren dieſes natürliche Zinnoxyd aufzulöſen ſo wenig, Kali dagegen ſo vorzüglich geſchickt iſt.

Es leidet kaum Zweifel, daſs man die *weiſsen Zinngraupen* unter die Zinnerze wieder wird auf-

habe, und daſs es daher eben ſo gut flüſſige Schwefel-Alkalien als flüſſige Schwefel-Waſſerſtoff-Alkalien giebt. Ganz ſtrenge genommen iſt zwar kein einziges flüſſiges Schwefel-Alkali ohne ein wenig Waſſerſtoff, wie ich das, ſagt Herr Prouſt, ſelbſt gezeigt habe, weſshalb auch jene Niederſchläge immer ein wenig ins Falbe ſpielen; aber ich kann unmöglich der Meinung ſeyn, daſs man dieſes Bischen Waſſerſtoff für ein weſentliches Element der Verbindung zu nehmen habe, oder für etwas, ohne das der Schwefel ſich nicht im Alkali erhalten würde. Man fülle drei Gläſer mit verdünntem Schwefelalkali, gieſse in zwei derſelben Schwefel-Waſſerſtoff-Kali in ungleichen Mengen hinzu, und tröpfle dann ſalzſaures Zinn im Minimo hinein; die ſehr verſchiedenen Farben der Niederſchläge werden das, was ich hier anführe, vollkommen beſtätigen. *Prouſt.*

nehmen müſſen. Man hat ſie, ohne hinlänglich unterſucht zu haben, ausgeſtrichen. Zwar hat man gewöhnlich den Tungſtein für weiſses Zinnoxyd genommen; dieſes letztere exiſtirt aber wirklich, obgleich es ſelten iſt. Unter einer Sendung Mineralien, welche ich von **Montery** in Galicien erhalten habe, fanden ſich drei weiſse, undurchſichtige, durch das Rollen völlig entſtellte Kryſtalle, die ich gleich anfangs für Tungſtein nahm. Da ſie indeſs, nachdem ſie ein Jahr lang in Schwefelſäure gelegen hatten, nicht angegriffen waren, unterſuchte ich ſie chemiſch, und fand reines Zinnoxyd. Sie ſind es, welche ich mit Schwefel in Muſivgold verwandelt habe. Auch die grauen und braunen Kryſtalle laſſen ſich dazu machen, nur mit noch mehr Schwierigkeit, und ihr Muſivgold iſt ſtets mit Schwefeleiſen verunreinigt. Sand und unveränderte Stückchen Kryſtalle bleiben als Rückſtand. *)

Madrid im April 1805.

---

*) Folgende Verſuche mit *Indigo* ſind nach Herrn **Prouſt** gleich ergötzend und belehrend. Man laſſe in einer Flaſche, deren Stöpſel gut ſchlieſst, fein geriebenen Indigo, Zinnoxyd im Minimo und flüſſiges Kali über einander ſtehen, und ſchüttle von Zeit zu Zeit. Der Indigo verſchwindet endlich, indem er ſich durch Zwiſchenwirkung des Zinnoxyds im Kali auflöſt; die Farbe der Auflöſung iſt orangegelb. Man fülle nun 3 Gläſer, das eine mit kaltem, das zweite mit warmen Waſſer, das dritte mit Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer, und laſſe in je-

des einige Tropfen von der Indigauflöſung fallen. Im erſten Glaſe entſteht im Augenblicke *Blau*, im zweiten ein ſchönes *Orangegelb*, im dritten ein ähnliches *Orangegelb*. Hier zeigt ſich ſehr auffallend die Einwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf den in der Auflöſung desoxydirt ſich befindenden Indigo. Dieſer entreiſst der Luft, welche im kalten Waſſer ſtets in Menge ſich befindet, augenblicklich den Sauerſtoff, und kömmt dadurch zu ſeiner vorigen Farbe zurück. Im kochenden Waſſer iſt die Luft ausgetrieben; und das Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer kann eben ſo wenig Sauerſtoff enthalten, weſshalb in beiden die Farbe der Auflöſung unverändert bleibt. Ein in kochendem Waſſer genäſster linnener oder baumwollner Lappen, der in das zweite Glas getaucht wird, kömmt gelb heraus, und wird an der Luft erſt grün, dann blau, und bleibt dauernd gefärbt. Gieſst man das zweite Glas, während es noch gelb iſt, in ein groſses Zuckerglas mit kaltem Waſſer aus, und rührt es um, ſo geht es ſchnell von Gelb in volles Blau über. Iſt der Indigo zu ſeiner urſprünglichen Farbe zurück gekommen, ſo wird er wieder unauflöslich und ſetzt ſich zu Boden. Läſst man einige Tropfen oxygenirter Salzſäure in die gelbe Auflöſung fallen, ſo iſt ſie im Augenblicke blau; ſetzt man zu viel zu, ſo wird das Blau wieder zerſtört. Dieſe Wirkungen beſtätigen die Ideen ſehr gut, welche die neuere Chemie ſich vom Indigo macht.

Der Indigo iſt ein Produkt, welches ſich in Oſt- und Weſtindien, den Pflanzenſäften, die daſſelbe aufgelöſt enthalten, nur dadurch entziehen läſst, daſs man ihn durch den Sauerſtoff niederſchlägt; und das wir in Europa nur dadurch zum Färben fähig machen können, daſs wir ihm dieſen Sauer-

ſtoff wieder entziehn. So verſchieden auch der Hergang in der Waidküpe, von dem zu ſeyn ſcheint, wie die desoxydirenden Metallſalze wirken, ſo iſt doch die Theorie dieſelbe. Beim Gähren des grünen Satzmehls des Waids, der Kleie, des Krapps, u. d. m., entbindet ſich Waſſerſtoff, der den Indigo desoxydirt und zum Grün zurück bringt. Ich habe dieſe Küpen ziemlich genau beobachtet, und bin jetzt überzeugt, daſs alle andere grüne Pflanzen, welche an grünem Satzmehle reich ſind, wie der Kohl und überhaupt alle *Cruciata*, überall dieſelbe Wirkung als der Waid hervor bringen würden, wenn man denſelben nicht haben könnte.

Nach einem Verſuche, den ich vor längerer Zeit mit groſser Sorgfalt mit einer Waidküpe gemacht habe, abſorbiren 100 Pfund Wolle, die ihres Fettes völlig benommen iſt, $6\frac{1}{4}$ Pfund Indigo, wenn die Farbe türkiſch-blau werden ſoll, d. i., die dunkelſte Nuance, welche man hervor bringen kann. Mit einer Reihe Verſuche über den Scharlach bin ich noch nicht ganz zu Ende; ich werde ſie künftig bekannt machen. *Prouſt.*

V.

Einige Verſuche über metalliſche Vegetationen,

von

Charles Sylvester, Eſq.

Sheffield den 14ten Mai 1806. *)

— — Ich habe mich vor kurzem mit einem höchſt intereſſanten Theile der Chemie zu beſchäftigen angefangen, der noch ſehr vernachläſſigt iſt; nämlich mit den Niederſchlägen eines Metalles aus ſeinen Auflöſungen durch andere reguliniſche Metalle. Die bloſse chemiſche Wirkung des reguliniſchen Metalles auf das Oxyd in der Auflöſung iſt unzureichend, eine Menge ſehr ſonderbarer Erſcheinungen zu erklären, welche einige dieſer Prozeſſe begleiten.

Im Dianenbaume ſehn wir eine Erſcheinung von Vegetation, und der Bleibaum zeigt einen Bündel feiner Filamente [Blätter] metalliſchen Bleies, welche bis zum Boden der Flaſche herab hängen. Gieſst man auf ein Stück ebnen Glaſes etwas ſalpeterſaure Silberauflöſung, verbreitet ſie in eine dünne Lage, und legt ein Stückchen Zinkdraht in die Mitte derſelben, ſo erſcheint in kurzer Zeit ein ſchöner Silberbaum, als wüchſe er aus dem Drahte hervor.

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 14, p. 95 f. *d. H.*

Betrachtet man aber den Prozeſs unter einem Vergröſserungsglaſe, ſo wird man gewahr, daſs die Ramificationen des Silbers an ihrem äuſserſten Ende, am weiteſten vom Zinke ab, durch allmählige Reduction des Silbers anwachſen; ein offenbarer Beweis, daſs das Silberoxyd nicht durch den Zink reducirt wird, ſondern durch etwas, welches in dem Punkte, wo das Anwachſen vor ſich geht, vorhanden iſt, und das, wie ich durch die folgenden Verſuche zu beweiſen hoffe, vom Princip des Galvanismus abhängt.

In dem Verſuche mit der Glasplatte machte ich folgende Abänderung: Ich überzog die eine Hälfte derſelben mit ſalpeterſaurem Silber, die andere mit verdünnter Salzſäure, ſo daſs beide ſich berührten; legte in erſteres das Ende eines Platindrahts, in die andere das Ende eines Zinkdrahtes, und brachte die beiden andern Enden beider Drähte auf dem Tiſche mit einander in Berührung. Ich hatte das Vergnügen, ſogleich von der Spitze des Platindrahtes aus einen ſchönen Silberbaum wachſen zu ſehen. Dieſes hörte ſogleich auf, als beide Drähte getrennt wurden.

Wäre die ganze Glasplatte bloſs mit Salzſäure bedeckt geweſen, ſo würden in dieſem Verſuche am Platindrahte Bläschen von Waſſerſtoffgas erſchienen ſeyn, indem das Waſſer am Zinkdrahte zerſetzt wird, der Sauerſtoff deſſelben ſich mit dem Zink verbindet, und der Waſſerſtoff in irgend eine Verbindung tritt, vermöge deren er auf eine unſichtbare Weiſe durch die Flüſſigkeit hindurch zu dem Platin-

drahte geführt, und da in Gasgeſtalt entbunden wird. Hieraus iſt klar, daſs, wenn das Ende des Platindrahts, wie in unſerm Verſuche, ſich in ſalpeterſaurem Silber befindet, der Waſſerſtoff dazu verwendet wird, das Silber in Metallgeſtalt zu reduciren.

Wird bloſs ein Stück Zink in die ſalpeterſaure Silberauflöſung gelegt, ſo reducirt der Zink im erſten Augenblicke das Silberoxyd, das ihn unmittelbar berührt. Darauf bilden Zink und Silber eine galvaniſche Verbindung, und der übrige Theil des Proceſſes geht durch Galvanismus vor ſich. Der Zink wird nun durch den Sauerſtoff des Waſſers oxydirt, und das Silber durch den Waſſerſtoff reducirt.

Für die Bildung des Bleibaums paſst dieſelbe Erklärung. So bald der kleinſte Theil reguliniſchen Bleies durch den Zink dargeſtellt iſt, tritt eine Zerſetzung des Waſſers ein, der Sauerſtoff deſſelben verbindet ſich mit dem Zink, und der Waſſerſtoff, der auf eine unſichtbare Weiſe ſich durch die Flüſſigkeit verbreitet, reducirt das Bleioxyd, da, wo es das ſchon gebildete reguliniſche Blei berührt.

Um darzuthun, daſs die ganze Wirkung durch Galvanismus ſich hervor bringen läſst, ohne daſs der Zink die Bleiauflöſung zu berühren braucht, machte ich den folgenden Verſuch:

Ich füllte eine an beiden Enden offene, unten mit Blaſe überbundene Glasröhre mit eſſigſaurer Bleiauflöſung, und verſchloſs die obere Oeffnung mit einem Korke, durch welchen ein Platindraht in die Flüſſigkeit hinab ging. Dieſe Röhre hing ich

auf-

aufrecht mit dem untern Ende in verdünnter Salzſäure, welche ſich in einem Gefäſse aus Zink befand. So lange der Platindraht mit dem Zink des Gefäſses auſser Berührung war, zeigte ſich in der Röhre keine Veränderung; ſo bald er aber an den Zink befeſtigt wurde, begann reguliniſches Blei um die Platinſpitze zum Vorſcheine zu kommen. Ich erhielt auf dieſe Art ungefähr 6 Grains reguliniſchen Bleies. War die Röhre mit verdünnter Salzſäure ſtatt mit eſſigſaurem Blei gefüllt, ſo gab der Platindraht Waſſerſtoffgas her; woraus erhellt, daſs ſelbſt die Blaſe den Durchgang des gebundenen Waſſerſtoffgas nicht verhindern konnte. Ich habe ſchon früher, (*Annalen*, XXIII, 441,) bemerkt, daſs höchſt wahrſcheinlich die electriſche Materie es iſt, mit welcher ſich der Waſſerſtoff verbindet, während der Sauerſtoff an den Zink tritt, und daſs ſie ihn durch die Flüſſigkeit unſichtbar dem Platindrahte zuführt.

Wenn eſſigſaures Blei durch Galvanismus zerſetzt wird, ſo wird die Säure frei, und ich glaube, daſs das bei allen Metallauflöſungen gleichmäſsig Statt findet. Detaillirtere Bemerkungen über dieſe Verſuche künftig.

VI.

ZERLEGUNG
einer neuen Varietät von Blende aus Cornwall,

von

J. Kidd, M. D.,

mit Bemerkungen von Gilbert.

Oxford den 9ten Mai 1806. *)

— — Dieſes Mineral findet ſich in einer der *Gwennap mines* und kömmt als Incruſtation vor auf einem ſpongiöſen Schwefelkies, der mit Quarz vermiſcht iſt. Ein kleiner Antheil dieſes Kieſes färbt das Boraxglas, wenn er damit geſchmelzt wird, tief blau; er ſcheint daher viel Kobalt zu enthalten. Die Bergleute meinten, die Incruſtation ſey eine Varietät von Holzzinn; ſie war ſelbſt denen etwas ganz Neues, die mit den Mineralien Cornwalls am beſten bekannt ſind.

Die Farbe äuſserlich und innerlich variirt zwiſchen lichtgrau und dunkelbraun; der Bruch gleicht dem von Feuerſtein, und zeigt concentriſche Lagen; das Gewebe iſt dicht und glatt; das Ganze hat Seidenglanz, und die Härte iſt ungefähr 8 nach Kirwan. In Maſſe iſt das Mineral nicht leicht zu

*) Im Auszuge aus Nicholſon's *Journal*, Vol. 14, p. 134. *Gilb.*

zerbrechen, die kleinen Bruchſtücke aber ſind ſehr ſpröde. Beim Zerreiben verbreitet ſich ein lebhafter hepatiſcher Geruch. Das ſpec. Gewicht iſt 3,7 bis 3,9.

In Salpeterſäure und Salzſäure löſt ſich das Mineral mit Aufbrauſen auf. Die erſtere zerſetzt es lebhaft; die letztere entbindet dabei viel Schwefel-Waſſerſtoffgas. *) In beiden Fällen ſetzt ſich viel Schwefel ab. Kaliwaſſer ſchlägt aus dieſen beiden Auflöſungen eine weiſse Subſtanz nieder, welche bei 300° F. ſchwach olivengrün wird, und 4,5 zum ſpec. Gewicht hat. Dieſelbe Farbe nahm bei gleicher Hitze ein erdiger Galmei aus Derbyſhire an vom ſpec. Gewicht 3,6764. Blauſaures Kali gab einen hellgrauen Niederſchlag.

*) Alſo muſste in dem Mineral das Metall, welches es enthält, *regulíniſch*, nicht oxydirt vorhanden ſeyn; man wolle denn annehmen, das Mineral ſey eine Verbindung von Metalloxyd mit Schwefel-Waſſerſtoff; eine Annahme, die indeſs unzuläſſig zu ſeyn ſcheint. — Beides beweiſt mit völlig überzeugenden Gründen Herr Prouſt in einem Aufſatze über die Blende, welchen ich leider erſt erhielt, als alles dieſes ſchon geſetzt war, und den ich daher im folgenden Hefte nachtragen muſs, ſo ſehr damit auch der gegenwärtige verglichen zu werden verdient. Schwefel-Waſſerſtoff verbindet ſich mit dem Zinkoxyd und fällt es aus den Auflöſungen als ein gelbliches Pulver; nicht alles war alſo Schwefel, was in der Salzſäure niederfiel. *Gilb.*

Bei der Hitze einer Argand'ſchen Lampe verlor das Mineral 0,01 ſeines Gewichts an Waſſer. In einer ſchwachen Rothglühehitze nahm das Gewicht um 0,34 ab. Bei ſtarker Rothglühehitze in einem verſchloſſenen Gefäſse ſublimirte ſich ein Theil in Geſtalt kleiner nadelförmiger Kryſtalle von dem ſilberartigen Anſehen ähnlich kryſtalliſirter Zinkblumen. In der ſtärkſten Hitze endlich, einer mäſsigen Schmiede, ſublimirte ſich das Mineral in kleine braune prismatiſche Kryſtalle, die an den Seiten des Tiegels feſt anſaſsen, und durch ein Mikroſkop betrachtet, in Farbe und Glanz den halb durchſichtigen Kryſtallen brauner Blende ſehr ähnlich waren, ſich auch in Salpeterſäure und in Salzſäure unter ähnlichen Phänomenen als die Blende auflöſten.

Es verdient angeführt zu werden, daſs, als ich 50 Grains des gepulverten Minerals in einem kleinen Platintiegel, welchen Dr. Wollaſton bereitet hatte, und der in einem irdenen Tiegel eingeſchloſſen war, der Hitze einer mäſsigen Schmiedeeſſe ausſetzte, das Platin, da, wo es das Mineral berührte, vollkommen geſchmelzt wurde, und der übrige Theil ſich mit einer iriſirenden Haut überzogen hatte und durch und durch erweicht und ſpröde geworden war. — Eine ähnliche Wirkung brachte ich vor kurzem in einem Platinlöffel hervor, als ich darin etwas Galmei vor das Löthrohr brachte.

Da mir von dem Mineral, das nach allem, was angeführt worden war, eine Art von Blende ſeyn muſste, überhaupt nur 300 Gran zu Gebot ſtanden,

wovon das meiſte bei den vorigen Verſuchen ſchon aufgegangen war, ſo ſuchte ich die Analyſe durch vergleichende Verſuche mit Zink und Blende zuverläſſiger zu machen. Meine Reagentien ſind von den Herren Allen und Howard bereitet. Die Niederſchläge wurden ohne Beihülfe von Filtra, (die durch blauſaures Kali ausgenommen,) gewaſchen, geſchieden und getrocknet. Aufgelöſt in Salpeterſäure vom ſpec. Gewichte 1,47, daraus durch *Kali* gefällt, und bei 300° F. getrocknet, wog der Niederſchlag von

5	20	100	Gran *Zink*
6,4	24,5	125	— —

Das ſpec. Gewicht der Niederſchläge war ungefähr 4,3. Das letzte Gewicht ſtimmt genau mit Prouſt's Beſtimmung des Sauerſtoffgehalts des Zinkoxyds überein; die beiden erſten hätten ihr gemäſs 6,25 und 25 ſeyn müſſen.

100 Gran blättriger brauner Blende vom ſpec. Gew. 4,0678 gaben, auf dieſelbe Art behandelt, einen Niederſchlag vom ſpec. Gewicht 4,54, der 75 Gran wog.

Als ſalpeterſaure Zinkauflöſung durch *blauſaures Kali* gefällt wurde, erhielt ich von

5	20	100	Gran *Zink*
16,1	65	330	Gran *Niederſchlag*.

Die beiden erſten muſsten 16 und 66 Grains ſeyn, um dem letztern völlig proportional zu ſeyn.

Da es offenbar war, daſs das zu unterſuchende Mineral Zinkoxyd enthielt, *) und da es auſseror-

*) Daſs der Zink im Mineral oxydirt geweſen ſey, geht aus keinem einzigen der angeführten Umſtän-

dentlich ſchwierig iſt, dieſes Oxyd, (beſonders im Kleinen,) auf die gewöhnliche Art zu reduciren, ſo nahm ich zum *Galvanismus* meine Zuflucht; denn bekanntlich kömmt es bei der Reduction der Metalle aus ihren Auflöſungen, durch Hülfe des Galvanismus nicht auf die Verwandtſchaft der Metalle zum Sauerſtoff an. Man pflegt gegen den Galvanismus, als Hülfsmittel der Analyſe, einzuwenden, daſs er trüglich ſey, weil die Säure, die zugleich frei wird, das Metall, welches reguliniſch niederfällt, ſogleich wieder auflöſt. Da aber Herr Klaproth vor kurzem bemerkt hat, daſs die Metalle eins das andere auch aus den Auflöſungen ihrer Oxyde in Alkalien reguliniſch niederſchlagen, *) ſo zeigte ſich hier ein

de hervor; dies ſollte daher wohl nur heiſsen: da es offenbar war, daſs die Auflöſungen des zu unterſuchenden Minerals in den Säuren, Zinkoxyd enthielten. *Gilb.*

*) „Herr Klaproth", (heiſst es in einer Notiz in Nicholſon's *Journal*, Febr. 1806, p. 187,) „hat *kurze Zeit vor ſeinem Tode* entdeckt, daſs die Metalle, aus den Auflöſungen ihrer Oxyde in den Alkalien, durch andere Metalle, deren Oxyde in demſelben Alkali auflöslich ſind, eben ſo leicht reguliniſch niedergeſchlagen werden, als aus ihren Auflöſungen in Säuren durch Phosphor. Er hat eine ſehr ſcharfſinnige Anwendung dieſes Prozeſſes auf die Analyſe der Zinnminern, auf dem in ſeinen Beiträgen beſchriebenen Wege gemacht. Auf dieſe Art ſchlägt Zink aus einer Auflöſung von Schelium in Ammoniak das Schelium als ſchwarze Flocken nieder." *Gilb.*

Mittel, dieſem Bedenken auszuweichen. Ich löſte etwas Zinkoxyd in Kaliwaſſer auf, und ſetzte es auf Eiſen-, Kupfer- und Platinblechen der Einwirkung des galvani'ſchen Apparats aus; es gab mir ſehr ſchnell einen Niederſchlag metalliſchen Zinks. Zufälliger Weiſe fand ſich hierbei, daſs, wenn die Verbindung der Flüſſigkeit mit dem galvani'ſchen Apparate aufgehoben wurde, der ſo eben niedergeſchlagene Zink in dem vorigen, ſo wie in jedem andern Kaliwaſſer, ja ſelbſt in einer Auflöſung halb kohlenſauren Ammoniaks ſehr ſchnell wieder ſich auflöſte. Dies geſchah unter Entbindung von ſehr kleinen Luftblaſen, welche von der Oberfläche des Zinks aufſtiegen; waren ſie, wie es wahrſcheinlich iſt, Waſſerſtoffgas, durch Zerſetzung des Waſſers gebildet, ſo erklärt ſich dieſe Wiederauflöſung des Zinks ſehr leicht. Wenn ich die Verbindung mit dem galvani'ſchen Apparate ununterbrochen erhielt, ſo erfolgte keine Wiederauflöſung des Zinks, und ich bekam auf dieſe Weiſe aus 5 Theilen Zinkoxyd, die in Kaliwaſſer aufgelöſt worden waren, 4 Theile metalliſchen Zinks, alſo allen, der ſich darin befand.

Dieſe Verſuche ſetzen uns in den Stand, die Menge von Zink in einem gegebenen Gewichte Zinkoxyds, ſo wohl durch Rechnung, als durch wirkliche Reduction zu finden.

Um die Menge von Schwefel, welche beim Auflöſen des Minerals in Salpeterſäure acidifirt worden war, mit Zuverläſſigkeit zu beſtimmen, kochte ich Salpeterſäure von derſelben Art über 7,9 Gr. Schwe-

ſel, bis dieſer ganz verſchwunden war. Darauf ſetzte ich ſo lange ſalpeterſaure Barytauflöſung hinzu, bis kein Niederſchlag weiter erfolgte, wuſch den Niederſchlag, trocknete ihn bei ſchwacher Rothglühehitze, und fand, daſs er 50 Gran wog, (ſpec. Gewicht 3,7826.) Dieſer Verſuch ſtimmt ſehr nahe mit denen des Herrn Chenevix zuſammen, [*Annalen*, XIII, 168,] (beide weichen nur im Verhältniſſe von 7,20 zu 7,22 von einander ab,) und iſt daher ſehr zuverläſſig.

Hier nun die Reſultate von drei oder vier Analyſen mit verſchiedenen Mengen des gepulverten Minerals, und die Folgerungen, auf welche ſie führen:

		Verſuch I	II.	III.
Gewicht des Minerals	Gran	30	13,8	13
Beim Auflöſen in Salpeterſäure ſchieden ſich ab:				
Zufällig eingem. Theile kryſtalliſ. Quarzes		0,5	0,4	
Schwefel		1,6	1,2	1,5
Niederſchlag durch ſalpeterſ Baryt		54	20	19
Darin Schwefel, berechnet		7,8	2,9	2,7
Niederſchlag durch Kali getrocknet bei 300° F.		20	9	9
Alſo gab 1 Th. des Minerals	Schwefel	0,32	0,31	0,32
	Niederſchl. durch Kali	0,68	0,69	0,68

In einem vierten Verſuche mochte wahrſcheinlich ein Theil der durch Kali fällbaren Subſtanz durch einen hohen Grad von Hitze verflüchtigt worden ſeyn, denn aus 22 Gran des Minerals erhielt ich

ich nur 13,5 Gr. Niederſchlag durch Kali, welches 0,38 Theile Schwefel und 0,62 Theile Niederſchlag voraus ſetzen würde.

Als ich den Niederſchlag durch Kali, den ich durch den dritten Verſuch erhalten hatte, in deſtillirtes Waſſer that und durch Zuſatz von Kali wieder auflöſen lieſs, blieb eine dunkle flockige Subſtanz unaufgelöſt zurück, welche Salzſäure willig auflöſte; blauſaures Kali gab dann einen dunkelblauen Niederſchlag, doch in zu geringer Menge, als daſs er ſich weiter unterſuchen lieſs.

Die davon abgeſchiedene Flüſſigkeit der Einwirkung der Voltaiſchen Säule zu wiederhohlten Mahlen ausgeſetzt, gab 5,8 Gran einer metalliſchen Subſtanz, die dem Zinke in Farbe ſehr nahe kam, und noch mehr in der Eigenſchaft, wenn ſie auf glühendes Eiſen geworfen wurde, mit blauer Flamme zu verbrennen und ein weiſses Oxyd auf dem Eiſen zurück zu laſſen. In verdünnter Schwefelſäure aufgelöſt, gab ſie mit blauſaurem Kali einen ganz weiſsen Niederſchlag. Nun aber ſetzen 5,8 Gran reguliniſchen Zinks nur 7,25 Gran Zinkoxyd voraus, und doch hatte ich im Kaliwaſſer die 9 Gran Niederſchlag aus dem dritten Verſuche aufgelöſt. Dies veranlaſste mich, die übrige Flüſſigkeit mit Salpeterſäure zu neutraliſiren, und nun fielen noch 1,3 Gran nieder, welche durch die Voltaiſche Säule nicht reducirt worden waren.

Aus allen dieſen Verſuchen ſchlieſse ich, daſs das analyſirte Metall beſtanden habe aus

0,33 Schwefel und
0,66 Zinkoxyd,
mit einer ſehr geringen Beimiſchung von Eiſen. *)

*) Mit ſo groſser Genauigkeit Herr Kidd auch verfahren iſt, ſo wenig genügend ſcheint mir dieſes Reſultat zu ſeyn; und das zwar aus dem Grunde, weil Herr Kidd durch die bis dahin gangbare Meinung, Blende ſey Schwefel mit Zinkoxyd verbunden, verführt wird, aus ſeinen Verſuchen Folgerungen zu ziehen, die ganz anders würden ausgefallen ſeyn, hätte er Herrn Prouſt's Arbeit ſchon vor Augen gehabt. Er würde dann vor allen Dingen nachgeforſcht haben, ob nicht noch andere Schwefel-Metalle oder Metalloxyde dem Schwefel-Zink beigemengt waren, wie das aus mehrern Umſtänden, die er angiebt, ziemlich deutlich hervor zu gehen ſcheint. Lehrreich bleibt indeſs immer der Weg, den Herr Kidd einſchlug, und dieſer beſtimmte mich, die Analyſe hier aufzunehmen. *Gilb.*

VII.

PREISFRAGEN

der Kopenhagner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften für das Jahr 1807.

1. In der mathematiſchen Klaſſe: Findet in den Perturbationen der Bewegung eines Körpers durch äuſsere Kräfte, ſofern dadurch eine Veränderung ſeiner Bahn bewirkt wird, irgend ein *Maximum* oder *Minimum* Statt, welches von der Natur der Bahn abhängt? Es wird angenommen, der Körper, deſſen Bewegung geſtört wird, werde von Kräften getrieben, deren Geſetz gegeben iſt.

2. In der phyſikaliſchen Klaſſe: Welche chemiſche Eigenſchaften zeigt die Erfahrung an der Subſtanz, die Herr Winterl aufgefunden zu haben glaubt, und *Andronia* nennt? Läſst ſich aus dieſen Eigenſchaften die Verſchiedenheit der Andronia von der Kieſelerde darthun, und zeigen, wie die Andronia ſich zum Kohlenſtoff und zum Stickſtoff verhält? Die Geſellſchaft wünſcht, daſs die Andronia durch vorſichtig angeſtellte Verſuche ſorgfältig unterſucht werde. Dieſe Verſuche müſſen ſo genau und deutlich dargelegt werden, daſs andere ſie leicht und ſicher wiederhohlen können. Die vorzüglichſten chemiſchen Produkte, die durch das Verfahren erhalten werden, ſind als Proben, zum beſſern Beweiſe der Wahrheit, der Abhandlung beizufügen. Wenn das, was man durch dieſe Unterſuchung heraus bringt, mit der Lehre des Herrn Winterl nicht überein ſtimmt, ſo wird zu zeigen ſeyn, durch welche Irrthümer Herr Winterl bei Unterſuchung der Andronia von der Wahrheit ſey abgeleitet worden.

Der Preis iſt eine goldene Medaille, 100 Thlr. werth. Die Abhandlungen können lateiniſch, franzöſiſch, engliſch, ſchwediſch oder däniſch abgefaſst werden, und ſind vor Ende des Jahrs 1807 an den Sekretär der Geſellſchaft, Herrn Juſtizrath und Profeſſor Bugge zu Kopenhagen, poſtfrei einzuſenden.

VIII.

(Aus einem Schreiben des Hrn. Dr. Olbers *in Bremen an den Prof.* Bode *in Berlin.)*

— — Ich habe unſern Dr. Gauſs in Braunſchweig, der ſich ſo groſse Verdienſte um die Aſteroiden, (neueſten Planeten,) erworben hat, gebeten, Pathenſtelle bei meinem neuen Planeten zu vertreten, und Namen und Zeichen für ihn zu beſtimmen. Der Name: *Veſta*, ſcheint mir von ihm ſehr glücklich gewählt zu ſeyn. — —

IX.

Zuſatz zu Aufſatz I.

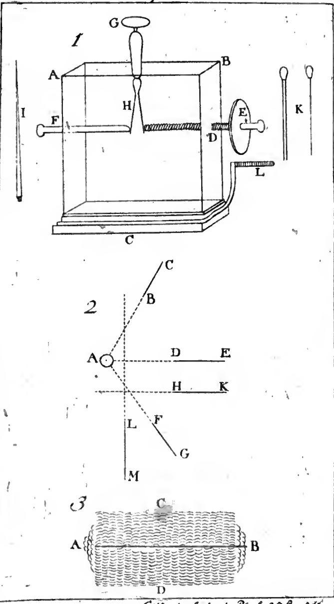
So eben erfreut mich der Herr Freiherr von Humboldt mit dem *Mémoire* der Herren Biot und Arago, welches erſterer am 24ſten März 1806 im National-Inſtitute vorgeleſen hat. Zahlen, Formeln, und Abbildungen der Inſtrumente, welche in dem hier mitgetheilten Auszuge fehlen, erhalten die Leſer im folgenden Hefte. *Gilbert.*

Fine.

Seite 359, Zeile 11 von unten, ſetze man: aus *gewöhnlicher Luft* in den *luftleeren Raum*, ſtatt des umgekehrten, das dort ſteht.

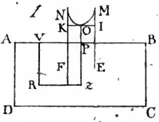
Eben daſ. und S. 367: Die Ablenkung von 6′ 2″,6 gilt für das Prisma, wenn es völlig luftleer iſt, gegen meine dort geäuſserte Vermuthung.

Taf: I.

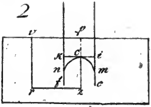


Taf. II

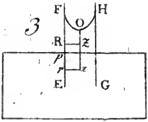
1



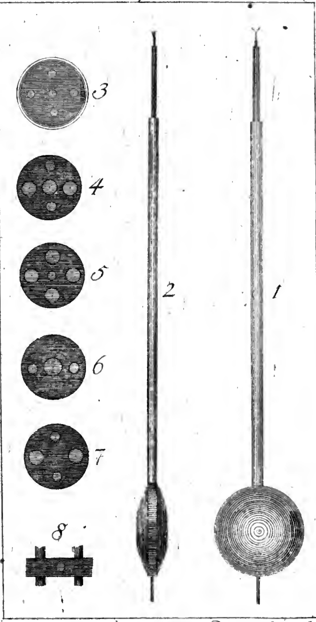
2



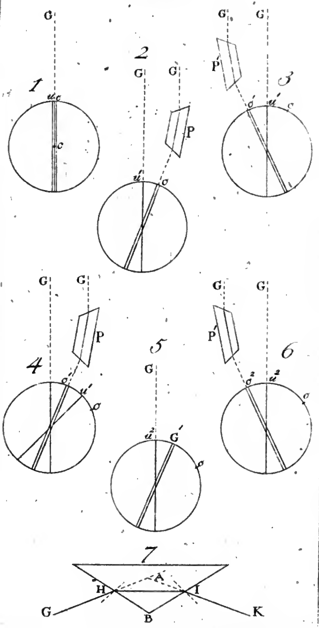
3



Taf: III.

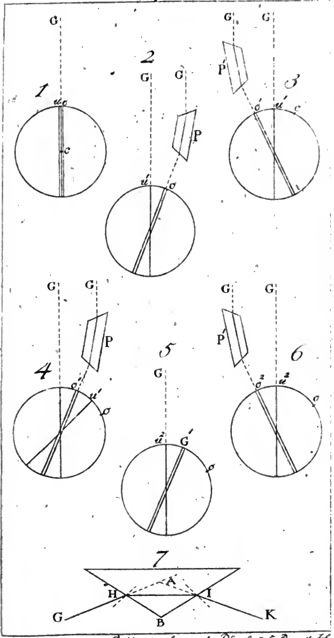


Taf. II.



Digitized by Google

Taf. II.



APR 13 1937